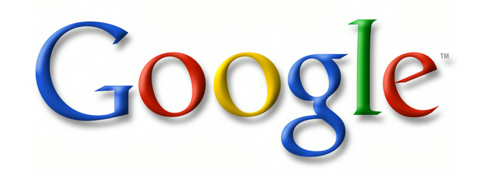
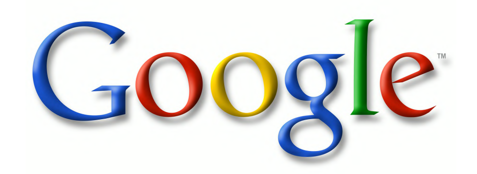





The Gift of Friends
19 17
H M
From the Library of
Hugo Münsterberg
Professor of Psychology
1892 — 1916
Harvard College
Library

Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

Dritter Band.

Erste Abtheilung.

Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

In

Verbindung mit mehren Gelehrten

herausgegeben

von

Dr. Rudolph Wagner,

Professor in Göttingen.

Mit

Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Dritter Band.

Erste Abtheilung.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn.

1846.

Inhaltsverzeichniß der ersten Abtheilung des dritten Bandes.

Seite

Schmecken, vom Professor Bidder in Dorpat 1

Schwangerschaft und Physiologie des weiblichen Organismus überhaupt, von Prof. Litzmann in Kiel 12

Seele und Seelenleben, von Prof. Lotze in Göttingen. 142

Sehen, von Prof. Volkmann in Halle 264

Sinne im Allgemeinen, von Prof. Purkinje in Breslau 352

Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigung, vom Herausgeber. (Hiezu Tab. I—IV.) 360

Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf Herzbewegung, von Prof. Budge in Bonn 407

Sympathische Ganglien des Herzens. Zusatz zum vorhergehenden Artikel, vom Herausgeber. 452

Synovia (Gelenkflüssigkeit), von Prof. Frerichs in Göttingen. 463

Temperament, Physiognomik und Cranioskopie, von Prof. E. Harleß in München 469

Thränensecretion, von Prof. Frerichs in Göttingen 617

Transsudation und Endosmose, von Dr. K. Vierordt in Carlsruhe 631

Verdauung, von Prof. Frerichs in Göttingen. (Hiezu Tab. V.) 658

Schmecken.

Das Schmecken wird, wie jede Sinnesverrichtung, bedingt durch das Zusammentreffen mehrer Verhältnisse. Es gehört dazu nämlich 1) ein mit der eigenthümlichen Fähigkeit zur Aufnahme von Geschmackseindrücken begabter Nerv, 2) die Verbreitung dieses Nerven in einem besonderen Geschmacksorgane, 3) die Einwirkung des sogenannten Schmeckbaren auf dieses Organ.

Obgleich das Schmecken unter allen Sinnesthätigkeiten diejenige zu sein scheint, über welche man wegen der oberflächlichen und leicht zugänglichen Lage ihrer Organe am ehesten und vollständigsten unterrichtet sein müßte, so finden sich hier doch nicht geringere Lücken in unserem Wissen, als bei den anderen Sinnen. Selbst die Frage nach dem Organe dieses Sinnes darf noch nicht als völlig erledigt angesehen werden. Allgemein zwar nennt man die Zunge als solches; indessen namhafte Forscher schreiben außer dieser auch anderen Theilen der Mundhöhle jene specifische Empfänglichkeit zu. Einerseits sind nämlich Fälle bekannt geworden [1]), in welchen die Zunge entweder von Geburt an fehlte, oder durch Krankheit zerstört war, und wo dennoch Geschmacksgegenstände richtig wahrgenommen wurden. Hier läßt sich aber der Einwurf machen, daß in diesen Fällen wohl noch die Wurzel der Zunge, an welcher unter normalen Verhältnissen gerade die lebhafteste Geschmacksempfindung stattfindet, nebst den Endigungen der Zungennerven vorhanden gewesen sein mochte. Andererseits hat man nach vielfachen Versuchen an gesunden Personen sich für die Fähigkeit anderer Mundtheile, Geschmacksobjecte aufzunehmen, entscheiden zu müssen geglaubt. So schmecken nach Vernière [2]) außer der Zunge auch der weiche Gaumen und der Schlund; Guyot und Admirault [3]) glaubten erfahren zu haben, daß nur eine kleine begrenzte Stelle des weichen Gaumens, die Zunge nur in der Mittellinie ihrer oberen Fläche, nicht aber an dem übrigen Theile der letzteren, und ebenso wenig an der unteren Fläche, an dieser Empfindung Theil haben. Dieser Ansicht schloß sich auch Magendie [4]) an. Spätere Angaben von Guyot [5]) und von Guyot und Casalis [6]) stimmen hiermit im Wesentlichen überein; doch wurde nun auch den Rändern der Zunge der Geschmack vindicirt. Auch J. Müller [7]) theilt die Ueberzeugung, daß der weiche Gau-

[1]) Rudolphi's Physiolog. II, 92.
[2]) Breschet, Repertoire. 1827, pag. 39.
[3]) Bull. des sciences medic. 1830, Avril.
[4]) Physiol. übers. v. Heusinger I, 117.
[5]) Arch. génér. de medic. Janv. 1837, pag. 51.
[6]) Froriep's N. Notiz. 1839. Nr. 189. [7]) Physiol. II, 490.

men Geschmacksempfindung vermittle; deßgleichen will Valentin[1]) gefunden haben, daß der weiche Gaumen, das Zäpfchen, die vorderen und hinteren Gaumenbogen, der obere der Zungenwurzel gegenüberliegende Theil des Pharynx schmecken, während der vordere Theil der Zunge an dieser Empfindung gar keinen Antheil haben sollte. Neuerdings hat Mayer[2]) selbst der Schleimhaut der Luftröhre Geschmacksempfindung zugesprochen. — In Bezug auf diese Mittheilungen läßt sich schon die Bemerkung Rudolphi's[3]) anführen, daß alle Angaben über den Geschmack anderer Theile als der Zunge sehr zweideutig seien. Diese Ueberzeugung spricht auch Wagner aus[4]), ebenso Raspail[5]), und so weit meine eigenen Erfahrungen reichen, muß ich ihr beistimmen.

Um die Möglichkeit so widersprechender Resultate wie die angeführten zu begreifen, muß man sich an mehre bei diesen Untersuchungen vorkommende Schwierigkeiten erinnern. Hierher gehört zuvörderst der Umstand, daß die Zunge ein fast unwiderstehliches Streben zeigt, sich an den Wänden der Mundhöhle hin und her zu bewegen, sowohl wenn sie selbst, als wenn die umgebenden Nachbartheile von irgend welchen Einflüssen getroffen werden, daher denn, namentlich bei den im aufgelös'ten Zustande sich befindenden Geschmacksgegenständen, eine weitere Uebertragung derselben von dem Orte der ursprünglichen Application nur gar zu leicht erfolgt. Begünstigt wird eine solche Verbreitung ferner dadurch, daß diese Objecte schon an sich als Flüssigkeiten weiter gehen. Zu diesen Uebelständen ist dann häufig gewiß noch der hinzugetreten, daß man die verschiedenen Sensationen, die in der Zunge ihren Sitz haben, nicht gehörig unterschied. Denn außer der specifischen Geschmacksempfindung besitzen wir an derselben auch noch das allgemeine Gefühl, und sie nimmt überdies Theil an der Empfindung des Ekels. Der Sprachgebrauch hält diese Begriffe freilich nicht gehörig aus einander; man spricht von ätzendem, von kühlem, von sandigem und mehligem, von ekelhaftem Geschmacke. Aber man vergißt dabei, daß die Temperaturgefühle, sowie die Empfindung des Rauhen oder Glatten überall und also auch auf der Zunge nur von den Tastnerven abhängen. In Bezug auf den Ekel ist die Sache freilich noch nicht in demselben Grade klar, und namentlich hat Valentin[6]) die von Romberg[7]) vertheidigte Trennung des Ekels vom Geschmack angestritten. Ich meines Theils kann nicht umhin, Romberg's Ansicht zu theilen. Daß nach Zerstörung des Geschmacksnerven mit der Empfänglichkeit für Geschmacksobjecte auch der Ekel zugleich in Wegfall kommen soll, spricht noch keineswegs für die Identität beider Empfindungen, sondern vorläufig nur dafür, daß die denselben dienenden Nervenfasern in einer und derselben Nervenbahn verlaufen. Bedenkt man ferner, daß der Ekel unter Umständen eintreten kann, wo die Energien des Geschmacksnerven gar nicht in's Spiel kommen, z. B. bei Reizen im Magen und Darmkanal, so darf man wohl selbst voraussetzen, daß er unter solcher Veranlassung selbst bei Lähmung des specifischen Geschmacksnerven eintreten würde. — Als eine Action gewöhnlicher Gefühlsnerven darf der Ekel aber auch nicht angesehen werden, da die Durchschneidung oder anderweitige Reizung derjenigen Nerven, die gewiß vorzügliche Vermittler des Ekels sind, nämlich des Glossopharyngeus selbst bei seinem Austritt aus dem Schädel und des Vagus in

---

[1]) De function. nervor. pag. 116. [2]) Häser's Repert. IV, S. 165.
[3]) A. a. O. S. 93. [4]) Physiol. S. 348. [5]) Fror. N. Notiz. No. 98.
[6]) A. a. O. pag. 44. [7]) Müll. Arch. 1838. S. 310.

seinem weiteren Verlauf am Halse, mit gar keinen oder doch im Verhältniß zu der Stärke des Nerven sehr unbedeutenden Schmerzen verbunden ist. Es scheint daher die Ansicht kaum abzuweisen zu sein, daß die Empfindung des Ekels weder als eine Energie des specifischen Geschmacksnerven noch der Tast- oder Gesichtsnerven angesehen werden dürfe, daß sie vielmehr ein eigenthümliches von dem gesammten Verdauungskanale aus bedingtes Gefühl sei. Die Zunge als zu dem letzteren gehörig, kann dasselbe ebenfalls vermitteln, und zwar thut sie dies höchst wahrscheinlich durch einen Theil der in ihr sich verbreitenden Fasern des Glossopharyngeus, da man bei Vivisectionen lebhafte und ausgedehnte Schling- und Würgbewegungen entstehen sieht, sobald die Zweige desselben auch nur leicht berührt werden. Daher kann man wohl nicht umhin, drei verschiedenen Arten von Sensationen in der Zunge ihren Sitz anzuweisen. Daß nun aber bei mangelhafter Unterscheidung derselben, und bei Uebertragung des auf der Zunge begangenen Irrthums auf benachbarte Mundtheile, Affectionen der letzteren für Geschmacksempfindung gehalten werden können, die keineswegs in diese Kategorie gehören, bedarf keiner weiteren Nachweisung.

Die genannten Schwierigkeiten in der Beantwortung der angeregten Frage werden auch durch die Rücksicht auf die übrige Thierwelt nicht umgangen werden können. Zwar giebt es viele Thiere, bei welchen die harte, hornige, mit Schuppen und Stacheln bedeckte Zunge ein der Geschmackswahrnehmung sich wenig anpassendes Organ zu sein und die Vermuthung zu rechtfertigen scheint, daß wohl noch andere Organe derselben dienen. Ja man hat auch bei Thieren durch directe Versuche die Empfindlichkeit des Pharynx für Geschmacksgegenstände erweisen zu können geglaubt. Indessen im besten Fall ist hierbei nicht zu vergessen, daß das Urtheil über specifische Sinnesempfindung bei Thieren niemals mit aller erforderlichen Strenge begründet werden kann, und daß also Schlüsse aus dem bei Thieren Beobachteten in diesem Gebiete nicht ohne Weiteres auch auf den Menschen bezogen werden dürfen.

Bei den widersprechenden Angaben darüber, ob noch andere Theile der Zunge, und welche, Geschmacksempfindung vermitteln, und bei der Uebereinstimmung, mit welcher von allen Beobachtern die Zunge als Geschmacksorgan anerkannt wird, scheint vorläufig wenigstens doch nur sie allein als solches angesehen werden zu dürfen. Dabei ist jedoch auch zu erwähnen, daß nicht alle Theile der Zungenoberfläche in gleichem Grade mit dieser Fähigkeit ausgerüstet sind; aber auch über die in diesem Punkte obwaltende Verschiedenheit sind die Ansichten getheilt, was leicht erklärlich wird durch das weite Feld, das subjectiven Eigenthümlichkeiten hier eingeräumt wird. Im Ganzen vereinigen sich aber doch die Beobachtungen dahin, daß der hintere Theil der Zunge lebhaftere und deutlichere Geschmacksempfindungen hervorrufe als andere Partien derselben [1]), daß das Tastgefühl dagegen an der Spitze der Zunge am lebhaftesten ausgebildet sei, und daß die Empfindlichkeit für ekelerregende Einflüsse, soweit die Zunge dieselbe besitzt, wiederum an der Wurzel derselben am lebhaftesten sich zeige.

Ebenso schwankend als die Entscheidung über den Sitz des Geschmackssinnes stellt sich auch die Antwort auf die Frage nach dem specifischen Geschmacksnerven. Daß von den drei großen zur Zunge gehenden Nerven der Hypoglossus nur der Bewegung diene, darf als ganz unzweifelhaft angesehen

---

1) Wagner in Fror. N. Notiz. Bd. IV. S. 129.

werden. Jede Reizung desselben ist von den lebhaftesten Contractionen der Zungenmuskeln begleitet; der dabei entstehende immer nur sehr unbedeutende Schmerz rührt wahrscheinlich von den durch den sogenannten ramus descendens zu dem Hypoglossus ansteigenden sensibelen Fasern der Cervicalnerven her; nach Durchschneidung des Hypoglossus bei Thieren blieben in den häufig wiederholten Versuchen von Magendie, Panizza und Anderen die Geschmacks- und Tastempfindungen auf der Zunge unverändert, und ebenso verhielt es sich nach Zerstörung desselben beim Menschen [1]). Unsicher dagegen ist das Urtheil über den von den N. N. trigeminus und glossopharyngeus übernommenen Antheil an den sonstigen Verrichtungen des Geschmacksorgans. Auch dem Glossopharyngeus schrieb man einen Einfluß auf die Bewegungen der Zunge zu [2]); doch ist es durch neuere Versuche vielfältig erwiesen worden, daß die in jenen Nerven allerdings eingeschlossenen motorischen Fasern nur auf gewisse Schlundmuskeln wirken, daß der Zungenast desselben also einen andern als bewegenden Einfluß ausüben und bei den erwähnten Sensationen mitwirken müsse. Dasselbe gilt von dem Zungenast des Trigeminus. Es fragt sich also, in welchem Verhältniß diese beiden centripetal laufenden Nerven zu den Empfindungen stehen, die auf der Zunge ihren Sitz haben. Die Beantwortung dieser Frage mögen folgende Bemerkungen einleiten.

Daß die Geschmack- und Tastempfindung auf der Zunge völlig von einander getrennt und an verschiedene von einander unabhängige organische Bedingungen geknüpft seien, lehren vielfältige pathologische Erfahrungen, bei welchen die eine fehlte, während die andere in unveränderter Integrität sich erhielt [3]). Diese Erfahrungen sind überaus wichtig, weil sie von vornherein es unwahrscheinlich machen, daß die, jene verschiedenen Empfindungen vermittelnden beiden Arten von Nervenfasern in einer und derselben Nervenbahn neben einander gelagert sein sollten. Denn es ist kaum denkbar, daß eine Krankheitsursache nur die eine Art derselben betheiligen und die andere unangetastet lassen könne. — Leider ist in den angeführten Fällen auf die Empfindung des Ekels, wie es scheint, nicht besonders geachtet worden. Dies ist um so mehr zu bedauern, als man auf diesem Wege nicht nur über die Verwandtschaft desselben zum Gefühl oder Geschmacke, sondern auch über dessen organische Bedingungen, so weit sie in der Zunge zu suchen sind, zu sichereren Resultaten, als die bisherigen, hätte gelangen können. Der später noch näher zu erwähnende Fall von Romberg wurde von dem Verfasser zwar als ein solcher hingestellt, in welchem bei gleichzeitigem Mangel von Geschmack und Gefühl auf der linken Zungenhälfte die Empfindung des Ekels noch vorhanden gewesen sein soll. Doch wird dies erst in der Epikrise als Vermuthung ausgesprochen, in dem Bericht über die mit der Patientin angestellten Versuche geschieht dieses Umstandes keine Erwähnung. So viel ist gewiß, es müssen die sensibelen Fasern, die von der Zunge aus die Empfindung des Ekels vermitteln, in einem der beiden genannten Nerven neben den anderen Fasern desselben enthalten sein.

Auf zweifachem Wege hat man die verschiedene Function der von dem

---

1) Montault in Müll. Arch. 1834 S. 130.
2) Magistel in Panizza, Verrichtungen der Nerven rc. S. 103.
3) Fleischmann in Hufeland's Journal 1838, Juliheft; desgleichen Froriep's N. Notiz. No. 414; Noble in Müll. Arch. 1835 S. 140; Vogt ebendaselbst 1840, S. 72; Stamm in Heidelberg. medicin. Annal. 1839, Bd. V., S. 76, und noch einige von Valentin in seinem Buche de funct. nervor. citirte Fälle.

Trigeminus und Glossopharyngeus in die Zunge tretenden Aeste zu ermitteln gesucht: durch Experimente an lebenden Thieren, bei welchen das eine oder das andere Nervenpaar durchschnitten wurde, und durch Untersuchung pathologischer Verhältnisse an Menschen. Die erstgenannte Methode ist ihrer Natur nach die unzuverlässigere. Denn bei Thieren dürfte von ausbleibendem Widerwillen gegen gewisse äußere Einflüsse auf die aufgehobene Leitung eines bestimmten specifischen Sinnesnerven nur dann mit Sicherheit geschlossen werden, wenn man sich auf unzweifelhafte Weise überzeugen könnte, daß gerade diese fragliche und keine andere Empfindung die Auswahl bestimme. Dies ist aber durchaus nicht möglich. Wenn ein gesunder Hund eine mit Coloquintenabsud versetzte Speise zurückweis't, noch ehe er sie in den Mund genommen hatte, so werden wir nicht zweifeln, daß er hierbei durch seinen Geruch geleitet wurde; wenn er ein damit getränktes Stück Brot, Fleisch oder dergleichen, das ihm zugeworfen wird, auffängt und sogleich wieder fallen läßt, so mag der unangenehme Geschmack ihn dazu bestimmen. Wenn man endlich demselben Thiere den übelschmeckenden Stoff durch einen Trichter oder eine Spritze in den oberen Theil des Pharynx einbringt, so wird er durch Würgen und Erbrechen entfernt werden, ohne daß man jedoch diese letzte Erscheinung auf den Geschmack beziehen darf, wie Valentin [1]) thut. Denn wird ein sonst gern genommener Stoff auf dieselbe Weise applicirt, z. B. reine Milch, oder wird der Schlund überhaupt nur berührt, so entsteht ebenfalls Schlingen und Würgen als Folge der mechanischen Reizung. Aehnliche Erscheinungen sehen wir ja auch häufig genug bei Menschen, ohne sie auf den Geschmack zu beziehen. — Ferner aber, ein Hund, mit dem schon öfters dergleichen Proben angestellt wurden, wird mißtrauisch, und weis't selbst die leckerste Nahrung zurück, wenn sie ihm von der Hand des Experimentators, oder auch nur in der Gegenwart des letzteren von einem Andern gereicht wird. Dagegen nimmt derselbe Hund dieselbe übelschmeckende Speise, die er gestern zurückwies, am folgenden Tage nicht selten mit allen Zeichen von Behagen zu sich, wenn sein Nahrungsbedürfniß unterdessen nicht anderweitig befriedigt wurde. Endlich hat auch das Menstruum, in welchem man den übelschmeckenden Stoff darbietet, auf das Verhalten des Thieres gegen denselben großen Einfluß. Milch mit Coloquintenabsud versetzt oder damit getränktes Brot wird ein Hund zurückweisen, aber ein Stück Fleisch holt er selbst aus einer mit der fatalen Flüssigkeit gefüllten Schale ohne Bedenken heraus. Was ist da aus der Schärfe des Geschmackes geworden, und wie sehr würde man irren, wenn man aus diesem verschiedenen Verhalten des Thieres unbedenklich auf den Zustand des Geschmackssinnes schließen wollte. Und machen wir an uns selbst nicht ähnliche Erfahrungen? mit dem Unterschiede, daß wir über die Ursachen solchen abweichenden und wechselnden Verhaltens uns selbst und Anderen Rechenschaft geben, und auf den Hunger, auf Gewöhnung, auf willkürliche Unterdrückung des Riechens, z. B. beim Einnehmen übelschmeckender Arzeneien hinweisen können. Wir wiederholen es daher: die Abneigung der Thiere gegen gewisse Speisen nur auf die Thätigkeit der Geschmacksorgane zu beziehen, und den Mangel solcher Abneigung in jedem Fall als Folge von Stumpfheit oder Zerstörung der betreffenden Organe anzusehen, erscheint gewagt. Nur mit äußerster Vorsicht und Beschränkung dürfen die hierher bezüglichen Erfahrungen benutzt werden, und es kann befremden, daß man gerade auf diesem Wege den fraglichen Gegenstand am sichersten erledigen zu können

1) A. a. O. S. 96.

geglaubt hat. Jedenfalls ist der Widerspruch in den auf solche Weise gewonnenen Resultaten aus dem Angeführten wohl begreiflich.

Nach den älteren Erfahrungen von Magendie sollte Durchschneidung des ramus lingualis Quinti den Geschmack, wenigstens so weit er auf der Zunge seinen Sitz habe, völlig aufheben; die Durchschneidung des Quintus in der Schädelhöhle aber auch an allen anderen dem Geschmackssinn sonst noch dienenden Organen. Da es nun andererseits vielfältig erwiesen war, daß Reizung dieses Lingualastes Schmerz, Trennung desselben aber Gefühllosigkeit der Zunge hervorrufe, so schien die Gegenwart einer zweifachen Art von Fasern in diesem Nerven erwiesen. Abgesehen davon, daß diese Ansicht schon mit den oben angeführten pathologischen Erfahrungen ganz unverträglich ist, so wurde sie auch auf demselben experimentellen Wege bestritten. Panizza[1]) gelangte nach seinen, wie es schien, mit großer Umsicht angestellten Versuchen zu dem Schlusse, daß der Glossopharyngeus allein der specifische Geschmacksnerv sei, der Zungenast des Trigeminus wie überall nur das allgemeine Tastgefühl vermittle. Außer Anderen wurde dieser Satz namentlich auch von Valentin[2]) nach zahlreichen eigenen Erfahrungen bestätigt. Dagegen haben Müller und Kornfeld[3]) bei in gleicher Absicht angestellten Experimenten nicht dasselbe Resultat erhalten. Sie haben auch nach Durchschneidung beider Glossopharyngei noch Zeichen von Geschmacksempfindung wahrzunehmen geglaubt. Aehnliches berichten Maack[4]), Reid[5]), Majo[6]), auch Guyot und Casalis[7]) und Andere. Die letztgenannten Beobachter theilen ebenfalls beiden fraglichen Nerven einen Antheil an der Geschmacksempfindung zu. Wie unzulässig dies für den Lingualast des Quintus sei, ist schon öfters erwähnt worden. Im Uebrigen muß bei der Kritik dieser Versuche auf die oben gemachten Bemerkungen verwiesen werden, daß das Verzehren oder Zurückweisen der mit übelschmeckenden Stoffen versetzten Nahrung nicht immer auf die Integrität oder das Fehlen des Geschmackssinnes bezogen werden dürfe. Es sei mir erlaubt, bei dieser Gelegenheit auch auf einige Experimente hinzuweisen, die ich selbst zur Lösung dieser Frage unternommen habe. Bei mehren Versuchen, in denen der Zungenast des Quintus und der Hypoglossus bei Hunden durchschnitten wurden[8]), habe ich nie etwas Anderes als völligen Mangel des allgemeinen Gefühls und der Beweglichkeit der Zunge beobachtet; in Bezug auf die Geschmacksempfindung konnte ich niemals eine deutliche und unzweifelhafte Veränderung bemerken, indem manches allerdings Auffallende in der Aufnahme von Speisen auch durch die Lähmung der von den genannten Nerven abhängigen Functionen erklärt werden dürfte, wie schon Panizza ausführlich erörtert hat. Dagegen wollten sich in Bezug auf die Durchschneidung des Glossopharyngeus keine entscheidenden Resultate herausstellen. Ich habe in zwei Fällen die Nerven gleich bei ihrem Austritt aus dem Schädel durchschnitten, so daß ich sicher sein durfte, keinen erheblichen Zweig derselben in Verbindung mit dem Gehirn gelassen zu haben, und fand dabei die Angabe von Valentin bestätigt, daß man die ganze Operation auf beiden Seiten bei gehöriger Vorsicht ohne Unterbindung irgend eines Gefäßes mit kaum mehr als einer halben Unze

---

[1]) Versuche über die Verrichtungen der Nerven, aus dem Italienischen von Schneemann. Erlangen, 1835, S. 43.
[2]) Repert. 1837, S. 219; De funct. nervor. §. 92 sqq.
[3]) Arch. 1837, S. 277 und Jahresbericht S. CXXXIV.
[4]) Fror. N. Notiz. I. S. 273. [5]) Schmidt's Jahrbücher 1839, II., 146.
[6]) Berend's Repert. der medic. Liter. des Ausl. I., 91.
[7]) Fror. N. Notiz. 1839. Nr. 189. [8]) Müll. Arch. 1842.

Blutverlust beenden könne. Aber die nachmaligen Experimente mit den auf diese Weise behandelten Thieren haben mir nie so entscheidende Resultate gegeben, als Panizza und Valentin dergleichen mittheilen. Zwar habe auch ich gesehen, daß bei Vergleichung eines operirten Thieres mit einem gesunden, nachdem beide vorher eine gehörige Mahlzeit gehalten hatten, so daß sie Brot, Milch u. dergl. zurückwiesen und nur noch Fleisch verzehrten, ein mit der Coloquintenabkochung getränktes Stück Fleisch von dem gesunden Hunde kaum mit den Lippen berührt und sogleich verlassen wurde, während der operirte ein auf diese Weise zubereitetes Stück ohne Zaudern verschlang. Dies ist die vollständige Wiederholung des von Panizza [1]) mit besonderem Nachdrucke hervorgehobenen Versuches. Doch stellten meine Experimente mich nicht völlig zufrieden; denn ich sah das Thier, nachdem es die so zubereitete Speise zu sich genommen, doch mit den Lippen und der Zunge Bewegungen machen, die keineswegs auf Wohlbehagen deuteten. Freilich nahm das Thier auch ein zweites und drittes Stück so zubereiteten Fleisches zu sich, und es waren die Zeichen lästiger Empfindung vielleicht nur der Affection des Trigeminus zuzuschreiben. Indessen wer bürgt dafür, daß hier nicht dennoch eine unangenehme Geschmacksempfindung stattfand, die der Hund nur durch den lockenden Geruch des Fleisches zu bekämpfen vermocht wurde. Man wird zugeben müssen, daß solche und ähnliche Zweifel in keinem Falle gehörig abgewiesen werden können, wo es sich um specifische Empfindungen bei Thieren und nicht bloß um Ermittelung des allgemeinen Gefühles handelt.

Wie die Resultate der Vivisectionen in Bezug auf den hier zu entscheidenden Gegenstand einander widersprechen, so scheint es auch mit den Ergebnissen der pathologischen Untersuchungen der Fall zu sein. Auf der einen Seite stehen hier namentlich die Beobachtungen von Bishop [2]) und von Romberg [3]). Im ersten Falle fand man bei völliger Unempfindlichkeit der linken Zungenhälfte gegen Geschmacks- und Gefühlseindrücke, daß eine in der Schädelhöhle befindliche Geschwulst die Oeffnungen, durch welche die Quintuszweige der linken Seite aus dem Schädel heraustraten, gänzlich ausfüllte. In dem zweiten Falle, wo ebenfalls die linke Seite der Zunge sich in dem gleichen Zustande befand, fand man die große Portion des dritten Quintusastes dieser Seite angeschwollen, verhärtet, und von einem verdickten und gerötheten Neurilem umgeben. Es schien hiernach die Anwesenheit einer doppelten Reihe von Fasern in dem Zungenaste des Quintus erwiesen, und Romberg übertrug dem Glossopharyngeus die Vermittlung der Ekelgefühle und nannte ihn deßhalb den Instinctnerven der Nahrung. Schon oben wurde bemerkt, daß diese Ansicht, wenn gleich nicht unwahrscheinlich, durch den angeführten Fall doch noch nicht hinreichend erwiesen sei. Ebenso wenig ist es aber, wie auch schon bemerkt wurde, erwiesen oder auch nur wahrscheinlich, daß der Quintus beides, Gefühl und Geschmack vermittle. Hier tritt die andere Seite pathologischer Erfahrungen in ihr Recht, nämlich die Fälle, wo die eine dieser Empfindungen verloren gegangen war, während die andere sich unversehrt erhalten hatte. Die meisten jener Erfahrungen beziehen sich auf Verlust des Gefühls auf der Zunge bei krankhafter Entartung des Quintus und mit Beibehaltung des Geschmackes; sie thun überzeugend dar, daß in der Bahn des Lingualastes des Quintus die dem Geschmacke dienenden Nervenfasern nicht enthalten sein können. Seltener sind die Fälle, wo der Geschmack geschwunden, das Gefühl aber ungestört

---

1) A. a. O. S. 44. 2) Müll. Arch. 1834, S. 132. 3) Ebendaselbst 1838.

war[1]). In diesem letzten Falle fehlt uns freilich der Sectionsbefund und somit der erfahrungsmäßige Nachweis über den vermutheten Zusammenhang des Glossopharyngeus mit der Geschmacksempfindung. Indessen kann wohl auch die strengste Kritik mit jenen ersteren Erfahrungen sich genügen lassen. Denn wie schon Valentin[2]) hervorgehoben hat und auch Vogt zur Unterstützung der von ihm vertheidigten Geschmacksfunction des Glossopharyngeus anführt, die Ergebnisse der Section stimmen mit den während des Lebens beobachteten Functionsstörungen nicht immer überein, namentlich, wo es sich um Anomalien des Nervenlebens handelt. War in dem Falle von Romberg der Glossopharyngeus in seinem peripherischen Verlaufe auch scheinbar gesund, so konnten in ihm doch Texturveränderungen vorgegangen sein, die dem unbewaffneten Auge entgingen, ja es konnten selbst Veränderungen im Gehirn, unabhängig von der Entartung des Quintus, den Verlust des Geschmackssinnes bedingt haben. Wenigstens ist diese Voraussetzung ungleich wahrscheinlicher, als die Annahme, daß eine den ganzen Quintus betreffende Entartung, z. B. eine ihn anscheinend gleichmäßig und vollständig comprimirende Geschwulst, gerade die dem Geschmacke dienenden Fasern desselben verschont habe.

Fassen wir sonach die Resultate der Vivisectionen und der pathologischen Beobachtungen zusammen, so tritt allerdings die Ansicht, daß der Glossopharyngeus die specifischen Geschmacksnervenfasern beherberge, mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, und es darf zur Bekräftigung derselben wohl auch noch auf den Umstand hingewiesen werden, daß die Verzweigungen seines Zungenastes, so weit dieselben mit dem Messer sich verfolgen lassen, vorzugsweise in dem hinteren Theile der Zungenschleimhaut in der Gegend der papillae vallatae sich finden, also gerade in denjenigen Partien des Geschmacksorgans, in welchen die specifische Energie desselben am lebhaftesten sich äußert. — Auch die vergleichende Anatomie hat man zur Stütze dieser Ansicht zu benutzen gesucht. Man hat darauf aufmerksam gemacht, daß bei den Vögeln der Lingualast des Quintus ganz fehle, und die Zunge nur vom Glossopharyngeus und zuweilen vom Vagus ihre Nervenfasern erhalte, daß mit der Mannichfaltigkeit in der Bildung der papillae vallatae auch die Geschmacksemfindungen verschiedenartig seien[3]); jedoch ist hier wiederum die Unsicherheit in dem Urtheil über die Gegenwart und den Grad dieser Sinnesempfindung, sowie über ihr Organ bei den Thieren, in Anschlag zu bringen.

Was die fernere Organisation der Zunge, mit Ausschluß der in dieselbe tretenden Nerven, in ihrer Beziehung zur Geschmacksempfindung betrifft, so läßt sich darüber nur wenig Befriedigendes sagen. Die wesentliche Grundlage derselben ist fleischig; die verschiedenen Insertionspunkte ihrer Muskeln, die vielfache kaum zu entwirrende Durchflechtung dieser Fleischbündel begründet eine große Mannichfaltigkeit der Bewegungen, die jedoch mehr der Sprache und dem Getaste zu Gute zu kommen scheint, als auf die Perception der Geschmacksobjecte von Einfluß ist. Für letztere scheint nur der Ueberzug der Zunge, die dieselbe deckende Schleimhaut, von Bedeutung zu sein. Diese unterscheidet sich in ihrer Zusammensetzung nicht von anderen Schleimhäuten; der schleimabsondernde Apparat ist in ihr stark entwickelt; es sind theils einfache Bälge, theils zusammengesetzte Drüschen, welche letztere namentlich an der Wurzel der Zunge dicht gedrängt stehen, und mit weiten Oeffnungen an der Oberfläche der Schleimhaut ausmünden. Durch den von diesem Apparate in

---

1) Froriep's Notizen Nr. 210. 2) A. a. O. S. 100.
3) Wagner in Fror. N. Notiz. Bd. II., 129.

reichlicher Menge gelieferten Schleimsaft, sowie durch den beständig in den Mund einfließenden Speichel, wird das die Zunge deckende Plattenepithelium und dadurch die Oberfläche des Organs stets feucht erhalten. Was die Schleimhaut der Zunge vor anderen Schleimhäuten besonders auszeichnet, sind die sogenannten Papillen derselben, die sich von den Darmzotten, mit welchen sie sonst verglichen werden können, doch nicht allein durch ihre ungleich beträchtlichere Größe, sondern auch durch ihre Textur unterscheiden, indem sie nicht bloß Gefäß-, sondern vorzugsweise auch Nervenschlingen enthalten, und darin mit den Papillen der äußeren Haut völlig übereinstimmen. Das an der Zunge auf's Feinste entwickelte Tastgefühl hat sicherlich in dieser Organisation seine vorzügliche Begründung.

Die Geschmacksobjecte, die schmeckbaren Stoffe, sind ihrer inneren Natur nach, so weit durch dieselbe nämlich die Einwirkung auf den specifischen Geschmacksnerven verständlich würde, wenig oder gar nicht gekannt. Als allgemeinstes Merkmal läßt sich freilich ihre Auflöslichkeit angeben, indem nur solche Körper schmeckbar sind, die entweder im flüssigen Zustande auf die Zunge gebracht oder doch bald in der Mundflüssigkeit aufgelöst werden; Metalle im nichtoxydirten Zustande und beim Mangel der zur Erzeugung des galvanischen Princips erforderlichen Bedingungen schmecken daher auch gar nicht. Da indessen wohl nur wenige Stoffe namhaft gemacht werden könnten, die nicht in einem oder dem andern flüssigen Menstruum auflöslich wären, so bleibt die Zahl der durch jenes Merkmal als Geschmacksobjecte bezeichneten Stoffe doch fast unbegrenzt. Es widerlegen sich hierdurch auch die früher aufgestellten Behauptungen, daß nur solche Stoffe schmeckbar seien, die als Salze betrachtet werden könnten, oder daß die Verschiedenheit der Geschmacksempfindungen von der verschiedenen Krystallform der Geschmacksobjecte bedingt sei. Denn wenn Geschmacksobject Alles ist, was in den flüssigen Zustand versetzt werden kann, so sind die Geschmäcke die in diesem Zustande hervortretenden und auf der Zunge sich geltend machenden Eigenschaften aller solcher Körper, gleichviel welches ihre chemische Zusammensetzung und ihre Form im trocknen Zustande sei. Bei dieser vagen aber zur Zeit doch allein möglichen Definition, nach welcher ein Heer der verschiedenartigsten Körper zu den Geschmacksobjecten gehört, kann natürlich von einer Eintheilung derselben nach den der Geschmacksempfindung zu Grunde liegenden physikalischen oder chemischen Qualitäten nicht die Rede sein. Aber noch weniger eignet sich die Verschiedenheit der Empfindung selbst zum Eintheilungsprincip, weil hierbei zahllose individuelle Eigenthümlichkeiten in's Spiel kommen, deren allbekannte Gewalt selbst sprichwörtlich geworden ist: de gustu non est disputandum. Die verschiedenen Versuche solcher Eintheilungen findet man übrigens zusammengestellt und beurtheilt von Zenneck in Buchner's Repertor. für Pharmacie Bd. 15, 1838, S. 224.

Die die Geschmacksempfindung bedingenden und durch die Geschmacksobjecte hervorgerufenen Vorgänge auf der Zunge entziehen sich ebenfalls einer genaueren Analyse. Man hat behauptet, daß während des Schmeckens die Papillen der Zunge turgesciren und in einen gleichsam erigirten Zustand gerathen; schwerlich werden zuverlässige Beobachtungen zur Begründung dieser Meinung herbeigeschafft werden können. Ohne Einfluß auf die specifische Sinnesempfindung sind die Zungenpapillen sicherlich nicht, wenn gleich die auf der Spitze und den Rändern der Zunge befindlichen mehr den Tastempfindungen dienen mögen; aber welche Veränderungen durch die schmeckbaren Stoffe in ihnen hervorgerufen werden, das eben wissen wir leider nicht. Sehr bemerkenswerth aber ist, daß verschiedene Theile der Zunge von einem und demsel-

den Geschmacksobject nicht selten in verschiedener Weise afficirt werden, daß die Geschmacksempfindung sich ändert, indem ein Stoff von der Spitze der Zunge zur Wurzel hingleitet, daß gewisse Geschmäcke besser an jener, andere deutlicher an dieser empfunden werden. Dies ist nicht anders zu erklären, als mit der Annahme specifischer Verschiedenheiten in der Organisation der Papillen, die die Fähigkeit begründen, entweder von einem und demselben Reiz in verschiedener Weise verändert zu werden, oder aus einem und demselben Geschmacksobject verschiedene Seiten aufzufassen. — Die Zunge muß ferner, um zu schmecken, in einem gewissen Zustande der Anfeuchtung sich befinden; dies scheint nicht bloß zur Auflösung der schmeckbaren Stoffe erforderlich zu sein, indem bei trockner Zunge selbst Flüssigkeiten anfangs nicht gehörig geschmeckt werden und nur allmälig ihre Eigenschaften entfalten können. Vielmehr mag eine gewisse Durchweichung der Schleimhaut und ihrer Papillen eine Hauptbedingung für den gehörigen Grad von Reizempfänglichkeit der in denselben sich ausbreitenden Nerven sein, wie wir dasselbe auch von der Nasenschleimhaut wissen; ja wie eine gewisse Quantität des sogenannten thierischen Wassers für alle Organe eine unerläßliche Lebensbedingung ist. — Eine wesentliche Unterstützung für die Geschmacksempfindung geben auch die Bewegungen der Zunge, indem durch dieselben die Geschmacksobjecte vollständiger über die Oberfläche der Zunge verbreitet und mit einer größeren Zahl von Papillen in Berührung gebracht werden. Die Erklärung, nach welcher jene Bewegungen und die Berührung der Zunge mit den benachbarten Theilen, dem Gaumen u. s. w., dazu dienen sollen, durch Reibung zweier verschiedener Flächen nach Art elektrischer Processe die Geschmacksempfindung hervorzurufen, ist unstatthaft, weil auch bei ganz still gehaltener Zunge ein auf dieselbe gebrachter Stoff ganz deutlich geschmeckt wird, wenn man nur dafür sorgt, daß er in gehöriger Menge die Zunge trifft, und sich weiter über dieselbe verbreiten kann.

Die Empfänglichkeit der Geschmacksnerven für gewisse Einflüsse kann durch die wiederholte Einwirkung derselben beträchtlich erhöht oder gegentheils gemindert werden. Für die Ausbildung, die der Geschmackssinn im ersteren Falle erreichen kann, liefern die Weinschmecker einen auffallenden Beleg. Im Gegentheil kommen aber auch alle für die sogenannte Gewöhnung geltenden Grundsätze hier vielfach in Anwendung, und gerade in dieser Sphäre sind die Beispiele häufig, daß anfangs fast unerträgliche Stoffe bei fortgesetzter Einwirkung selbst zu ungern vermißten Reizen werden. Diese Veränderlichkeit in der Perception der Geschmäcke äußert sich auch dadurch, daß die vorhergehende Einwirkung eines Reizes nicht selten die Fähigkeit zur Wahrnehmung anderer nachfolgender Reize nicht nur mindert oder aufhebt, sondern selbst qualitativ verändert. Wenn schon diese Erscheinungen an ähnliche in anderen Sinnesorganen, namentlich dem Auge, erinnern, so wird die Analogie mit dem letzteren noch hervorstechender bei dem sogenannten Nachgeschmacke, der mit den Nachbildern im Auge im Wesentlichen übereinstimmt. Es beruht derselbe sicherlich nicht auf der schon erwähnten Verschiedenheit in der Perceptionsfähigkeit der Geschmackspapillen, da er selbst nach sorgfältiger Abtrocknung der Zunge fortdauert. Es scheint vielmehr, daß die durch ein gewisses Geschmacksobject gereizten d. h. veränderten Zungennerven, die diese erste und ursprüngliche Veränderung als bestimmte Geschmacksempfindung dem Bewußtsein kund geben, bei der Rückkehr in den ursprünglichen Zustand, d. h. zur Ruhe, gewisse Veränderungen durchlaufen, die ebenfalls dem Sensorium, und zwar in der Energie des Geschmackes zugeleitet, aber als etwas von der ersten Empfindung natürlicher Weise Abweichendes wahrgenommen werden; der einmalige dem Ner-

ven gegebene Anstoß erzeugt in demselben eine Reihe verschiedener Veränderungen, die auch verschiedene Empfindungen bedingen.

Die Geschmacksobjecte sind die adäquaten Reize für den Geschmacksnerven; aber auch jede aus anderen Ursachen entstandene Veränderung dieser Nerven wird Geschmacksempfindung erzeugen, so Druck, Zerrung, Entzündung derselben, nach Henle selbst ein leiser über die Zunge hinstreichender Luftstrom. Hieraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch rein subjective Empfindungen dieser Art möglich sein müssen, d. h. daß auch in den Geschmacksnerven Veränderungen aus inneren Ursachen stattfinden, die dem Bewußtsein unter der Form von Geschmacksempfindungen sich kund geben. Meistentheils finden sich dieselben bei krankhaften Zuständen des Magens und Darmkanals; und insofern hiermit gewöhnlich eine fehlerhafte Secretion im ganzen Verdauungskanal und der Mundhöhle stattfindet, ist es auch zweifelhaft, ob manche als subjective angesehene Geschmacksempfindungen nicht von einer abweichenden Qualität der Mundflüssigkeiten bedingt seien. Indessen giebt es auch andere unzweifelhafte Beweise für die Möglichkeit derselben, so die Geschmacksempfindungen, die durch den bloßen Anblick gewisser Objecte, ja die lediglich durch Vorstellungen erzeugt werden. Sehr bemerkenswerth wäre hierzu auch die Erfahrung, daß das Einspritzen von Milch in die Blutgefäße Geschmacksempfindung hervorrufe, wenn dieselbe nur sicher und unzweifelhaft wäre.

Wenn es Thatsache ist, daß die Sinne in ihrer Action sich gegenseitig vielfach unterstützen, so gilt dies vorzugsweise von dem Verhältniß zwischen Geruch und Geschmack. Alles, was den freien Durchtritt der Luft durch die Nase hindert oder sonst die Geruchsempfindung stört, z. B. ein einfacher Nasenkatarrh, thut auch der Deutlichkeit des Geschmackes Eintrag; dies findet zuweilen selbst in dem Maaße Statt, daß man Geruch und Geschmack für identisch gehalten hat[1]), was offenbar übertrieben ist. Denn wenn auch wahrscheinlich jeder Riechstoff, in ein tropfbar flüssiges Medium gebracht, Geschmacksempfindung erregen kann, so wird doch sicherlich nur dasjenige Geschmacksobject die Riechnerven afficiren, das ganz oder theilweise in Gasform überzugehen vermag. Die vom Geruchsorgan der Geschmacksempfindung gebotene Unterstützung kann sich daher nur auf solche Stoffe beziehen, die vermöge ihrer Flüchtigkeit auf den Olfactorius zu wirken im Stande sind. Fixe Substanzen, die überhaupt nicht auf's Geruchsorgan wirken, können für die Erzeugung von Geschmacksempfindungen von jener Seite her natürlich auch keine Unterstützung erhalten. Auch von dem Auge mag der Geschmackssinn zuweilen Hülfe herholen, wie das Probiren weißen und rothen Weins bei verbundenen Augen oft auffallend genug darthut, obgleich in diesen Fällen Erinnerung und daran sich knüpfende Vorstellungen, also psychische Actionen, gewiß mehr thun als die Thätigkeit des Gesichtssinnes allein für sich.

Der Antheil des Geschmackssinnes an unserer intellectuellen Ausbildung ist im Vergleich mit den höheren Sinnen gewiß ein höchst untergeordneter, um so wichtiger ist sein Einfluß auf die vegetative Seite des thierischen Lebens. So weit der Instinct die Auswahl der Nahrungsmittel bestimmt, hat er sicherlich in dem Geschmacksorgan seinen vorzüglichen Sitz; was uns übel schmeckt, ist gewöhnlich auch für den übrigen Körper unpassend, und umgekehrt. Freilich wird durch Luxus und Wohlleben diese ohnehin nur ganz im Allgemeinen geltende Regel fast gänzlich umgekehrt; nichts desto weniger wird ihre ursprüngliche Gültigkeit kaum bezweifelt werden können, wenn man sich an die in Krankhei-

[1]) Fror. Notiz. Bd. XIV. S. 68.

ten zuweilen vorkommenden Erscheinungen von Abneigung vor gewissen Speisen und lebhaftem Verlangen nach anderen erinnert, oder wenn man die mit verschiedenen Altersperioden ziemlich regelmäßig sich ändernden Geschmacksperceptionen berücksichtigt. Den letzteren scheinen ebenso regelmäßige Veränderungen im Bau der Schleimhaut des Darmkanals parallel zu gehen [1]).

F. Bidder.

Schwangerschaft
und
Physiologie des weiblichen Organismus überhaupt.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Die geschlechtliche Zeugung beruht auf der Einwirkung des männlichen Samens auf das weibliche Ei. Beide werden stets in gesonderten Organen gebildet; diese Trennung ist durchgreifend, obwohl sie nicht nothwendig einen Dualismus der Individuen bedingt. Unter den niederen Thieren ist der Hermaphroditismus eine sehr gewöhnliche Erscheinung, jedoch sind auch hier oft ganze Ordnungen und Familien getrennten Geschlechtes. Bei den Insecten, Spinnen und Crustaceen, sowie sämmtlichen Wirbelthieren kommt dagegen der Hermaphroditismus nur pathologisch und in sehr beschränkter Ausdehnung vor. Bloß weibliche Arten, die man früher wegen Unkenntniß der männlichen Geschlechtsorgane, z. B. bei den Polypen, oder wegen verhältnißmäßiger Seltenheit der Männchen (Apus) annahm, giebt es nicht. Geschlechtslos sind allein Coenurus und Echinococcus.

Die weiblichen Geschlechtsorgane zerfallen, wie die männlichen, in einen Bildungs- und einen Leitungsapparat, zu welchen bei denjenigen Thieren, wo eine innerliche Begattung oder Befruchtung statthat, noch ein Begattungsapparat hinzukommt.

Den Bildungsapparat stellen die Eierstöcke, Ovarien, dar, es sind Drüsen, deren Secret das Ei ist. Bei vielen niederen Thieren sind die Eierstöcke hohl, röhrenförmig, die Eier werden in den blinden Anhängen von Kanälen gebildet, die unmittelbar in den Eileiter übergehen. Beim Menschen sind die Ovarien zwei paarige, halbovale, plattgedrückte Organe von $1\frac{1}{2}$ bis 2″ Länge und $\frac{1}{2}$ bis 1″ Breite, die in querer Richtung im Beckeneingange, hinter und unter den Tuben, in einer von der hinteren Platte der Ligamenta uteri lata gebildeten Falte liegen. Das röthliche, gefäßreiche, von einer fibrösen Kapsel umschlossene Parenchym besteht aus vielfach durch einander gewebten Zellgewebsfasern. In dieses sind die Graaf'schen Bläschen gleichsam eingesprengt. Der Durchmesser der größten beträgt etwa 4‴, der kleinsten 0,01 bis 0,02‴. In der Regel, jedoch nicht immer, liegen die größeren der Oberfläche am nächsten. Sie sind im Allgemeinen um so lockerer mit dem Parenchyme verbun-

---

[1]) Wagner's Physiol. 3. Aufl. §. 128.

den, je entwickelter sie sind, und hängen immer an der von der Peripherie abgewandten Seite, vermuthlich der Eintrittsstelle der Gefäße, am festesten mit demselben zusammen, so daß namentlich die kleineren ohne Zerreißung schwer abgetrennt werden können. Die Zahl derselben wird gewöhnlich auf 15 bis 20 angegeben. Häufig sind auch nicht mehr gleichzeitig und hinreichend entwickelt, um mit unbewaffnetem Auge erkannt zu werden, wahrscheinlich aber sind neben den größeren entwickelten Graaf'schen Bläschen immer eine Menge kleinerer unentwickelter, mit bloßen Augen nicht sichtbarer vorhanden. Barry[1]) fand wenigstens bei Säugethieren neben den größeren Graaf'schen Bläschen immer eine Menge unentwickelter von $^1/_{50}$ bis $^1/_{100}$''' Durchmesser, ebenso Bischoff[2]) bei Kühen, Schweinen, Hunden und Kaninchen, besonders bei jungen Thieren. Diese kleineren Bläschen bilden sich nach und nach weiter aus, während die reiferen theils verbraucht, theils wieder resorbirt werden, oder sie schwinden wieder, ohne sich zu entwickeln, während neue entstehen. Bei Menschen fand Bischoff nur bei Embryonen und Kindern die Graaf'schen Bläschen in einem solchen unentwickelten Zustande, daß sie nur 0,0012 bis 0,0020 Pariser Zoll im Durchmesser hielten, bei reifen Weibern dagegen nicht, wohl aber oft viel mehr als 15 oder 20, von denen dann viele auch kaum mit bloßem Auge zu erkennen waren. Die Membran der Graaf'schen Bläschen besteht aus einer oder mehren Schichten eines gefäßreichen Zellgewebes, das sich nach meinen Beobachtungen schon bei Bläschen von $^1/_{10}$''' Durchmesser deutlich unterscheiden läßt; die kleinsten sind aus einer structurlosen Haut gebildet. An der inneren Oberfläche des Bläschens liegt eine zweite aus Zellen gebildete Membran, Membrana granulosa, dem Epithelium der serösen Häute analog. Die Zellen derselben lassen sich ziemlich leicht durch Druck von einander trennen, sie sind, wie auch Bischoff es angiebt, rundlich, nicht eckig gegen einander abgeplattet, haben einen feinkörnigen Inhalt und lassen eine Zellenmembran, sowie einen Kern bei Behandlung mit Essigsäure deutlich wahrnehmen. An einer Stelle dieser Membran, welche der freien Seite des Graaf'schen Bläschens entspricht, und wo die Zellen zahlreicher und dichter angehäuft sind — Discus proligerus nach von Baer — liegt das Eichen, welches $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$''' im Durchmesser hält, eingebettet. Den übrigen Inhalt des Bläschens bildet eine wasserhelle, eiweißreiche Flüssigkeit.

Der Leitungsapparat ist hauptsächlich und zunächst zur Fortleitung des Eies, bei vielen Thieren aber, und vorzugsweise beim Menschen, auch zum Aufenthalte desselben während seiner weiteren Entwicklung bestimmt. Nur bei wenigen niederen Thieren wird er vermißt. Sonst bildet er bei allen Wirbellosen, mit Ausnahme des Echinorhynchus, die unmittelbare Fortsetzung des Eierstockes, als dessen Ausführungsgang. Bei den Wirbelthieren dagegen ist unter den Fischen bei den Rochen und Haien, bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren aber ohne Ausnahme, der Eileiter von dem Eierstocke getrennt.

Der Leitungsapparat stellt im Allgemeinen einen von einer Muskelfaserschicht umgebenen Schleimhautkanal dar. Er besteht entweder aus einer einfachen cylindrischen Röhre, oder zeigt in seinem Verlaufe mehr weniger scharf sich abgrenzende Erweiterungen. Schon bei den Wirbellosen finden sich an dem einfachen unpaarigen Eileiter Erweiterungen, in denen die Eier sich sammeln, eine Zeit lang verweilen und eine weitere Ausbildung erlangen; bei anderen vereinigen sich die paarigen Eileiter zu einem gemeinschaftlichen weite-

[1]) Researches on Embryology. First Series. Philosoph. transact. 1838. Part. II.
[2]) Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. S. 5.

ren Stamme. Bei den Säugethieren und dem Menschen ist die Trennung des Leitungsapparates in einen engen, paarigen Theil, die Tuben, und ein weiteres, meist unpaariges Mittelstück, den Uterus, am deutlichsten ausgesprochen. Doch ist der letztere im Allgemeinen bei den Thieren noch weniger scharf abgegrenzt, dünnwandiger, mehr in die Länge gestreckt, darmähnlich und nicht durch einen wulstigen Vorsprung an seinem Uebergange in die Scheide bezeichnet.

Beim Menschen stellen die Tuben bekanntlich zwei häutige, etwas gewundene, $3\frac{1}{2}$ bis 4'' lange Röhren dar, die zwischen den Platten der Ligamenta uteri lata in querer Richtung im Beckeneingange vor den Ovarien liegen und sich in den äußeren Theil des Fundus uteri einsenken. Das Lumen des Kanales ist nach Krause[1]) sich nicht überall gleich. An der von den Fimbrien umgebenen Abdominalmündung hält es ungefähr 1''' im Durchmesser, erweitert sich dann rasch bis auf 2''' und nimmt dann allmälig wieder ab, so daß es am inneren Ende etwa nur $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$''' im Durchmesser beträgt. Die äußere Bekleidung der Tuben wird zum größten Theile von den Platten der Ligamenta lata, zum kleineren von dem Gewebe des Uterus gebildet. Die Tunica propria ist eine weißröthliche, derbe, sehr gefäßreiche Haut, nach Krause aus Zellstofffibrillen und platten, nicht quergestreiften, $\frac{1}{170}$ bis $\frac{1}{25}$''' breiten Muskelfasern gewebt. Die innere Membran ist eine mit Flimmerepithelium besetzte Schleimhaut, die vorzüglich in ihrem äußeren weiteren Theile zahlreiche und ansehnliche Längsfalten zeigt. Das Flimmerepithelium findet sich, wie Henle zuerst beobachtet hat, auch auf der äußeren Fläche der Fimbrien. Das Vereinigungsstück der Tuben, der Uterus, liegt im oberen Theile der Beckenhöhle zwischen Harnblase und Mastdarm, mit seinem Grunde etwas nach vorn geneigt, und ragt im ungeschwängerten Zustande nicht über den Ramus horizontalis der Schambeine hervor. Seine Gestalt ist in der Kindheit cylindisch, wird in der Pubertät mehr dreieckig, in der Schwangerschaft oval, nach der Geburt birnförmig und nähert sich im Alter durch Verdickung des Halses wieder der cylindrischen Form. Seine Größe nimmt im umgekehrten Verhältnisse mit den Ovarien nach wiederholten Geburten zu. Die vordere Fläche ist am Grunde und Körper platter, als die hintere, am Halse sind beide einander gleich. Die Gestalt der Höhle entspricht der äußeren Form nicht; sie ist im Grunde und Körper dreieckig mit schwach nach innen convexer Begrenzung und trichterförmiger Ausziehung an der Einmündungsstelle der Tuben, an der Grenze des Körpers und Halses ist sie am engsten — innerer Muttermund —, der Kanal des Halses ist in seiner Mitte am weitesten und mündet mit einer zweilippigen Querspalte — äußerer Muttermund — in die Scheide. Nach den Messungen von Krause (a. a. O.) beträgt die Länge des ungeschwängerten Uterus vom Grunde bis zur vorderen Muttermundslippe $2\frac{3}{4}$ bis 3'', die Breite am Grunde 15 bis 20''', der größte Durchmesser von vorn nach hinten dicht unterhalb des Grundes 8 bis 12'''; der Hals ist 15''' lang, 11''' breit und 7 bis 9''' dick; der in die Scheide vorspringende Theil desselben, Scheidentheil, ist wegen der schrägen Anheftung des Scheidengewölbes an seiner vorderen Fläche kürzer als an seiner hinteren, hier 6 bis 8''', dort 2 bis 3''' lang. Die Dicke der Wandungen beträgt am Körper und in der Mitte des Grundes 4 bis 5''', am Halse 3 bis $3\frac{1}{2}$'''. Die Höhle ist am Grunde 10''', in der Mitte des Körpers $3\frac{1}{2}$''' breit und 1''' tief; der innere Muttermund hat einen Durchmesser von 1''', der Kanal des Halses ist in seiner Mitte 3''' breit und 2''' tief, der äußere Muttermund 4''' breit und 1''' tief. Das Gewicht des Uterus beträgt

[1]) Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I.

9 bis 11 ℥, das Volumen $1\frac{1}{3}$ bis $2\frac{1}{2}$ Cub.-℥. Nach wiederholten Geburten nehmen der Grund und Körper an Umfang zu, nicht so der Hals, das Gewicht steigt auf $3\frac{1}{2}$ bis 4 ℥, das Volumen auf $4\frac{3}{4}$ bis $5\frac{1}{4}$ Cub.-℥. Der Grund des Uterus, die vordere und hintere Wand, jene bis zum Anfange, diese bis zur Mitte des Halses, erhalten einen Ueberzug durch die Duplicatur des Peritonäums, während die Seitenwände frei bleiben. Das derbe bräunlich-röthliche Parenchym besteht aus mehren Schichten organischer Muskelfasern, zwischen denen sich Gefäße und Bindegewebe verbreiten. Nur Lauth [1]) will Bündel, denen des Herzens ähnlich, mit deutlichen Längs-, seltenen und wellenförmigen Querstreifen gefunden haben. Von der Anordnung der Muskulatur wird später die Rede sein. Zwei muskulöse Stränge, die runden Mutterbänder, Crura uteri, entspringen von dem vorderen Seitenrande des Grundes, verlaufen, von der vorderen Platte der Ligamenta lata eingehüllt, divergirend nach vorn und etwas abwärts, und gehen durch den Leistenring mit zerstreuten Zellgewebsfasern in die Fascia superficialis der Inguinal- und Schamgegend über. Die innerste oder Schleimhaut des Uterus ist im Grunde und Körper — außer in der Kindheit — glatt, faltenlos und fest mit der Muskelhaut verwachsen. Sie ist nach Krause mit zahlreichen platten, $\frac{1}{12}$''' langen und $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{30}$''' breiten Flocken, ähnlich den Zotten des Dünndarmes, besetzt. Außerdem enthält sie viele vereinzelte, $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{3}$''' von einander entfernte röhrenförmige Drüsenbälge, die gewöhnlich $\frac{2}{5}$''' lang, $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{20}$''' und an ihrer Mündung $\frac{1}{33}$''' weit sind und oft zwei bis drei spirale Windungen machen. Im Kanale des Halses ist die Schleimhaut dicker, schlaffer, gefaltet (Plicae palmatae) und mit größeren aggregirten Schleimdrüsen und Drüsenbläschen (Ovula Nabothi) versehen. Das Epithelium ist im Grunde und Körper bis zur Mitte des Halses ein Flimmerepithelium, im übrigen Theile des Halses ein Pflasterepithelium.

Der Uterus der Säugethiere und des Menschen ist kein durchaus neues Gebilde, sondern entwickelt sich durch allmälige Uebergänge in den verschiedenen Thierclassen aus der gleichförmigen cylindrischen Röhre, die der Eileiter auf seiner niedrigsten Stufe darstellt. Erweiterungen desselben treten schon bei mehren niederen Thieren auf. Diese sind anfangs nicht beständig, werden nur bei der Anhäufung der Eier sichtbar, gleichsam mechanisch durch sie producirt, sie erscheinen bisweilen mehrfach im Verlaufe des Kanales, ihr Sitz ist bald am Anfange, bald in der Mitte, bald am Ende desselben. Allmälig werden sie zur bleibenden Bildung, ihr Sitz erscheint in dem Endtheile der Röhre fixirt, die Sonderung von dem engeren Theile prägt sich immer schärfer aus, sie stoßen von beiden Seiten zusammen, verschmelzen mehr und mehr und bilden zuletzt einen einfachen Behälter, in dem der Fötus seine vollständige Ausbildung erreichen kann. Analog ist der Entwicklungsgang, den wir den Leitungsapparat im menschlichen Embryo nehmen sehen. Der Uterus entsteht hier durch das Zusammenstoßen der Tuben zuerst als ein einfacher Kanal und stellt dann einen Uterus bicornis dar. Später entwickelt sich das Mittelstück immer mehr, während die Mündungsstellen der Tuben nach beiden Seiten zurücktreten. Die Hörner des Uterus werden auf diese Weise immer kürzer und verschwinden zu Ende des 4ten Monates ganz, so daß nur eine einfache Höhle zurückbleibt, die während des ganzen Fötuslebens noch auf ihrer inneren Oberfläche gegen die Mündungen der Tuben zu convergirende Runzeln zeigt. Nicht selten bleibt dieser Entwicklungsproceß auf der einen oder der andern seiner Stufen ge-

[1]) l'Institut. 1834. Nr. 70.

hemmt und es entstehen dadurch verschiedene Bildungen, die zum Theile den normalen Formen im Thierreiche mehr oder minder ähnlich sind. Bisweilen sind beide Uterinalhörner in ihrer Entwicklung gehemmt und stellen zwei kleine plattrundliche, solide, oder zwei größere, mit einer linsen- bis erbsengroßen, schleimhäutig ausgekleideten Cavität versehene Körper dar, die durch eine plattrundliche, strangartige Fortsetzung in horizontaler Richtung zusammenstoßen. An der Stelle des Uterus findet sich eine Anhäufung von Zellgewebe, die mit einigen aus jenem Strange kommenden Uterinalfasern untermischt, die Form des Uterus nachahmend, in der Bauchfellduplicatur sich bis auf das Gewölbe eines kurzen Scheidenblindsackes abwärts erstreckt. Gleichzeitig sind gewöhnlich auch die Tuben rudimentär geblieben, bald fehlen sie ganz, bald endigen sie blind, in größerer oder geringerer Entfernung von den Uterusrudimenten, bald senken sie mit blinden, bald mit offenen Enden in diese sich ein. In anderen Fällen hat sich ein Uterushorn selbstständig entwickelt und mündet mit seiner Vaginalportion in eine enge Scheide, Uterus unicornis; das andere Horn ist in verschiedenen Graden verkümmert, bald solid, bald hohl, bald durch einen soliden, bald durch einen hohlen Strang mit dem entwickelten Horne verbunden, es fehlt bisweilen ganz sammt seiner Tube, ja sammt dem Ovarium — Annäherung an den Vogeltypus. Sehr selten entwickeln sich beide Hörner gleichmäßig nach dem Typus des Uterus unicornis, ohne zusammenzufließen, und münden gesondert in mehr oder minder vollständig gebildete, meist aber sammt den unteren Uterusabschnitten ein- oder beiderseitig verkümmerte Scheidenkanäle — Uterus biforis s. duplex. Häufiger dagegen fließen beide Uterinalhörner von einem Punkte ihres inneren convexen Randes aus zusammen und stellen so die verschiedenen Grade des Uterus bicornis dar [1]).

Bei vielen Thieren, wiewohl nicht bei allen, bei denen eine innere Begattung und Befruchtung statthat, tritt zu dem Leitungsapparate noch ein besonderer Begattungsapparat hinzu. Bei den übrigen Thieren münden die Eileiter entweder unmittelbar an der äußeren Körperoberfläche, oder sie gehen an ihrem Ende eine Verbindung mit anderen Organen ein, am häufigsten öffnen sie sich gemeinschaftlich mit dem Ende der Verdauungs- und Harnorgane in die sogenannte Kloake. Doch treten auch hier schon bei einigen Andeutungen eines Begattungsapparates, wie der Schamlippen, der Clitoris auf. Ein ausgebildeter Begattungsapparat kommt nur den Säugethieren, mit Ausnahme der Monotremen, und dem Menschen zu. Er zerfällt in einen inneren nur für das Zeugungsgeschäft bestimmten Theil, die Scheide, und einen äußeren Vorhof, welcher die Harnröhre aufnimmt, mit eigenthümlicher Begrenzung, der weiblichen Scham.

Die Scheide ist beim Menschen ein häutiger, nach der Richtung der Beckenaxe gekrümmter Kanal, der vor dem Mastdarme liegt. In seinen oberen weiteren Theil, das Scheidengewölbe, springt der untere Theil des Uterinhalses vor, so daß die Schleimhaut von jenem unmittelbar auf diesen sich umschlägt. Die vordere Wand der Scheide ist kürzer als die hintere, die sich ½—¾″ höher am Uterinhalse inserirt, jene an ihrer inneren Fläche der Länge nach convex, diese concav; beide liegen im jungfräulichen Zustande so dicht aneinander, daß ein eigentliches Cavum und Seitenwände nicht existiren. Die Wandungen sind 1‴ dick und bestehen aus einer äußeren dichten und starken, zellgewebigen Membran, einer darauf folgenden platten Schicht zahlreicher, vielfach gewundener und anastomosirender Venen und einer inneren röthlichen, in dichte Querfalten gelegten Schleimhaut, die ansehnliche einfache und aggregirte

---

[1]) Vergl. Rokitansky, Handbuch der pathologischen Anatomie. Bd. III.

Schleimdrüsen enthält und mit einem Pflasterepithelium überkleidet ist. Bei den Thieren liegt die Scheide unter dem Mastdarme; ihre Abgrenzung vom Uterus durch einen wulstigen Vorsprung des letzteren ist weniger scharf, ihre Längenaxe fällt mit der des Uterus zusammen, während sie beim Menschen in einem Winkel nach vorn abweicht; sie ist bei der Mehrzahl kürzer als der Uterus. Sie besitzt ferner bei den Thieren, wie der Uterus, longitudinale und quere Muskelfasern; ihre Schleimhaut ist entweder ganz glatt oder nur wenig gefaltet.

Die Scheide ist beim Menschen durch eine gefäßreiche, halbmondförmige Schleimhautfalte, das Hymen, von dem Vorhofe getrennt. Analoga desselben finden sich bei manchen Thieren. Der Vorhof nimmt die Harnröhre auf. Er ist im Verhältnisse zur Scheide um so länger, die Mündung der Harnröhre liegt dem Uterus um so näher, je niedriger die Entwicklungsstufe des letzteren, je mehr derselbe noch in die Länge gestreckt, je weniger er durch einen wulstigen Vorsprung von der Scheide abgegrenzt ist. Seine Schleimhaut ist, wie die der Scheide, mit einem Pflasterepithelium überkleidet und mit zahlreichen und ansehnlichen aggregirten Schleimdrüsen, besonders in der Umgegend der Harnröhrenmündung, versehen. Außerdem enthält sie noch zwei größere Drüsen, Duverney'sche, Bartholin'sche oder Cowper'sche Drüsen, die, auf jeder Seite eine, dicht vor dem Seitenrande und nahe unter dem oberen Rande des Hymen, innerhalb der kleinen Schamlippen, in den Vorhof münden. Sie liegen zwischen der Schleimhaut und dem M. constrictor cunni, haben eine platte, länglichrundliche Gestalt, einen deutlich gelappten Bau und sind nach Tiedemann[1]) 5 bis 10‴ lang, $2\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{4}$‴ breit und $2\frac{1}{4}$ bis 3‴ dick; der Ausführungsgang hat eine Länge von 7 bis 8‴ und ist $\frac{2}{5}$‴ weit. Sie sondern eine consistente, fadenziehende, weißlichgraue Flüssigkeit ab. Sie scheinen bei allen Thieren vorzukommen, wo beim männlichen Geschlechte Cowper'sche Drüsen sich finden.

Die äußere Begrenzung des Vorhofes bilden zunächst die Clitoris und die Nymphen und weiter nach außen der Schamberg und die großen Schamlippen. Analoga der Clitoris finden sich schon bei einigen niedrigeren Thierclassen. Bei den eigentlichen Säugethieren ist sie durchgängig vorhanden. Sie ist im Allgemeinen stets dem Penis der Männchen ähnlich gebildet.

Die Nymphen oder kleinen Schamlippen ragen als zwei schmale, niedrige Hautfalten mit eingekerbten Rändern, 3 bis 6‴ hoch an der inneren Fläche der großen Schamlippen hervor und fließen nach vorn und oben als Vorhaut der Clitoris zusammen. Ihre äußere Platte wird durch ein weiches, zartes Corium gebildet; die innere nähert sich der Beschaffenheit einer Schleimhaut, zwischen beiden befindet sich ein schlaffes, fettreiches, gefäßloses Zellgewebe. Die ganze Oberfläche der Nymphen ist, wie die Eichel der Clitoris, mit zahlreichen Talgdrüsen versehen. Die Nymphen sind, wie die Clitoris, bei manchen Nationen, namentlich in Afrika, sehr entwickelt, als sogenannte Hottentottenschürze. Unter den Säugethieren besitzen sie nur wenige.

Der Schamberg ist dem menschlichen Weibe eigenthümlich. Von ihm steigen die großen Schamlippen als zwei parallele dicke Hautfalten herab. Ihre vordere und äußere Fläche ist gewölbt und mit weniger krausen Haaren, als der Schamberg, besetzt, die inneren Flächen schließen im jungfräulichen Zustande

---

[1]) Von den Duverney'schen, Bartholin'schen und Cowper'schen Drüsen des Weibes und der schiefen Gestaltung und Lage der Gebärmutter. Heidelberg und Leipzig, 1840.

dicht an einander, so daß die Nymphen dadurch verdeckt werden. Die Haut der Schamlippen ist fein, weich, von dunkler Farbe, an der inneren Fläche, wo sie in die der Nymphen übergeht, um so schleimhautähnlicher, je enger sie an einander liegen. Sie enthält zahlreiche Talgdrüsen, die nebst denen der Nymphen und Clitoris, ein stark riechendes, buttersäurehaltiges Smegma absondern. Das innere Gewebe der Schamlippen wird durch starke, platte Zellgewebsstreifen, die mit der Fascia superficialis der benachbarten Gegenden zusammenhängen, und ein lockeres fettreiches Zellgewebe gebildet. Bei vielen Säugethieren sind die Schamlippen als ein Paar dünne, schmale Hautfalten vorhanden. Die Oeffnung stellt bei den meisten, wie bei dem Menschen, eine Längsspalte dar.

Zu den Geschlechtsorganen gehören noch die Milchdrüsen. Sie sind den Säugethieren eigenthümlich, liegen stets an der Visceralfläche des Rumpfes und münden durch die Warzen oder Zitzen direct an der Außenfläche des Körpers. Die bedeckende Haut zeichnet sich durch ihre Feinheit aus und ist bei den Thieren unbehaart; bei den meisten Thieren befinden sich die Milchdrüsen am Hinterleibe in der Nähe der Zeugungsorgane, bei denjenigen dagegen, wo die Brustglieder freier entwickelt sind, und die meist nur eines oder zwei Junge haben, z. B. den Faulthieren, Affen u. s. w., wie bei dem menschlichen Weibe, an der Brust. Bei diesem besteht jede Drüse aus vielen einzelnen größeren und kleineren unregelmäßig gestalteten, meist platten Lappen, die von einer dichten Zellgewebsschicht überzogen, durch tiefe, mit Fett gefüllte Gruben von einander getrennt sind. Jeder Lappen enthält einen Ausführungsgang, dessen Aeste von traubig verschmolzenen Drüsenbläschen umgeben sind. Die kleinen Gänge an der Peripherie anastomosiren noch hie und da, wiewohl selten, unter einander, sie nehmen ihren Lauf sämmtlich gegen den Mittelpunkt der Drüse zu und treten hinter der Areola und der Basis der Papille zu 12 bis 20 nicht weiter anastomosirenden Stämmen zusammen, die $^3/_4$ bis 1''' im Durchmesser halten und sackige Ausbuchtungen von 2 bis 3''' im Durchmesser zeigen. Diese Stämme, die wie ihre Verzweigungen aus einer inneren mit Pflasterepithelium bekleideten Schleimhaut und einer äußeren Zellhaut bestehen, bilden, von fettlosem Zellgewebe und Gefäßen umgeben, die Warze und münden an der Spitze derselben mit engen, $^1/_4$''' im Durchmesser haltenden Oeffnungen, in welche bisweilen zwei bis drei Gänge zugleich endigen. Die Haut der Warzen ist zart und runzelig und so wie die der Areola, von dunklerer, röthlicher oder braunrother Farbe, und mit vielen zum Theile sehr großen, traubig aggregirten Glandulis sebaceis versehen. Die Milchdrüsen sind bei Jungfrauen und Nicht-Schwangeren kleiner, ihr Gewebe dichter und fester, die Milchgänge und Drüsenbläschen enger, letztere oft kaum zu erkennen. Ihre Entwicklung beginnt in der Schwangerschaft und erreicht ihren Culminationspunkt während des Säugens. Beim männlichen Geschlechte sind die Milchdrüsen sehr unvollkommen entwickelt. Der Drüsenkörper ist 5''' breit und 2''' dick, weißlich, zähe, die einzelnen Läppchen haben einen Durchmesser von $^1/_4$ bis $^1/_2$''', die Milchgänge sind sehr eng oder statt ihrer nur weißliche, etwas glänzende Zellgewebsstreifen vorhanden, wahre Drüsenbläschen lassen sich nicht erkennen. Die Warze ist nur 1 bis 2''' hoch, die Areola schmal.

Geschlechtseigenthümlichkeiten des Weibes außer den Geschlechtsorganen.

Die geschlechtliche Differenz spricht sich nicht allein in den direct bei der Zeugung betheiligten Organen, sondern auch in den übrigen Systemen des Kör-

pers mehr oder weniger aus, der ganze Organismus erhält durch das Geschlecht ein eigenthümliches Gepräge. Andeutungen eines solchen Geschlechtshabitus finden sich unter den Wirbellosen am ausgesprochensten bei den Insecten und unter den Wirbelthieren vorzugsweise bei den Vögeln, nächstdem bei den Säugethieren, weniger bei den Amphibien und Fischen. Um die Darlegung des Geschlechtshabitus beim menschlichen Weibe hat sich namentlich Ackermann [1]) große Verdienste erworben. Der Geschlechtshabitus ist im Allgemeinen um so entwickelter, je mehr der Bau und die Thätigkeit der eigentlichen Geschlechtsorgane der Norm entsprechen.

Das menschliche Weib ist kleiner, als der Mann. Die Beckengegend tritt als das Herrschende hervor. Der Umriß des weiblichen Körpers bildet ein längliches Oval, dessen größte Breite die Hüften, dessen stumpfes Ende der Kopf, dessen Spitze die Füße darstellen. Beim Manne bildet der Umriß des Rumpfes ein rechtwinkliges Viereck oder einen Kegel, dessen Basis die Breite der Schultern ist.

Die Knochenmasse ist beim Weibe im Verhältnisse zu der des übrigen Körpers geringer, als beim Manne. Sie verhält sich nach Autenrieth [2]) zu der des Mannes bei gleichem Körpergewichte, wie 8 : 10. Alle Knochen sind dünner und feiner ausgearbeitet, die platten Knochen oft bis zur Durchsichtigkeit, bei den Röhrenknochen haben namentlich die Diaphysen im Verhältnisse zu den Apophysen einen kleineren Durchmesser.

Der Schädel verhält sich zu der übrigen Knochenmasse des Körpers beim Weibe wie 1 : 5 bis 6, beim Manne wie 1 : 7 bis 8, die Höhe des Kopfes verhält sich zu der des übrigen Körpers bei der medicäischen Venus wie 1 : 7,50, beim vaticanischen Apoll wie 1 : 8. Der gehirnfassende Theil des Schädels hat beim Weibe im Verhältnisse zum Gesichte ein größeres Uebergewicht, seine Wölbung ist platter und runder, die Stirnhöhlen sind, besonders bei jungen Subjecten, kleiner und springen daher weniger nach außen vor. Wegen der Kleinheit der großen Flügel des Keilbeines erscheint der Schädel in der Gegend der Schläfengrube zusammengezogener und schmaler. Alle Oeffnungen des Schädels zum Durchtritte von Gefäßen und Nerven sind enger. Der knöcherne Gehörgang ist nach Autenrieth [3]) bei gleicher Länge ebenfalls enger, nimmt mithin weniger Schallstrahlen auf, wirft aber auch von den aufgenommenen weniger zurück. Deßhalb hört der Mann in der Entfernung deutlicher, während das Weib in der Nähe selbst einen leisen Schall bestimmter zu unterscheiden vermag. Die Bogen des Ober- und Unterkiefers sind beim Weibe mehr parabolisch, beim Manne mehr im Zirkel gekrümmt, die aufsteigenden Fortsätze des Unterkiefers sind niedriger, schmaler, und steigen in schrägerer Richtung aufwärts.

Die Wirbelsäule ist beim Weibe verhältnißmäßig länger, die einzelnen Wirbelkörper, namentlich der Lendenwirbel höher, ihre Zwischenknorpel dicker. Daher fällt die Mitte des Körpers nicht, wie beim Manne, in die Gabeltrennung des Rumpfes, sondern zwischen den Nabel und die Symphyse. Der Rückenmarkskanal ist wegen der stärkeren Aushöhlung der Höhlenflächen an den Wirbelkörpern geräumiger, die Durchgangsöffnungen für die Nerven, besonders

[1]) Ueber die körperliche Verschiedenheit des Mannes vom Weibe außer den Geschlechtstheilen. Uebersetzt von Wenzel. Koblenz, 1788.

[2]) Bemerkungen über die Verschiedenheit beider Geschlechter und ihrer Zeugungsorgane u. s. w. Reil's Archiv für Physiologie. Bd. VII.

[3]) Reil's Archiv. Bd. IX.

an den Lendenwirbeln sind weiter. Die Querfortsätze der Rückenwirbel gehen mehr nach hinten, weßhalb auch die Rippen hier stärker zurücktreten.

Die Rippen sind kürzer, dünner und platter, mit scharfem oberen und unteren Rande, bei schönweiblichen Körpern oft so fein und dünn, daß man sie durchscheinend nennen kann. Nach hinten machen sie einen stärkeren, nach vorn dagegen einen schwächeren Bogen und gehen mehr in spiralförmiger Windung abwärts, so daß schon die vierte — beim Manne erst die fünfte — Rippe in gleicher Höhe mit dem unteren Rande des Brustbeines liegt. Die falschen Rippen nehmen schneller an Größe ab, so daß die Knorpel derselben theils länger sind, theils wegen der Kürze des Brustbeines steiler aufsteigen und mit demselben einen spitzeren Winkel bilden. Das Brustbein ist, wie gesagt, kürzer, namentlich die Klinge im Verhältnisse zum Handgriffe.

Am deutlichsten tritt der eigenthümliche Geschlechtshabitus in dem Becken des menschlichen Weibes hervor, während das Thierbecken fast gar keinen Geschlechtsunterschied zeigt. Die Knochen des weiblichen Beckens sind durchgängig dünner und zarter, die Vertiefungen flacher, die Vorsprünge sanfter, die Oeffnungen und Ausschnitte größer, die Bänder dichter und stärker, die Verbindungsknorpel dicker. Die Darmbeine sind breiter und flacher gestellt, der Winkel gegen den Horizont, in dem sie vom kleinen Becken aus aufsteigen, beträgt beim Weibe 47°, beim Manne dagegen 60°. Sie sind mehr nach hinten gedrängt, so daß das große Becken freier von Knochenwandung bleibt. Vom Kreuzbeine aus machen sie einen stärkeren Bogen nach vorn und stoßen in der Schambeinverbindung ebenfalls in einem größeren Bogen zusammen, die horizontalen Schambeinäste sind länger und mehr nach außen umgelenkt. Der absteigende Schambeinast und der aufsteigende Sitzbeinast gehen in schrägerer Richtung zu den Sitzbeinknorren hin und sind mehr nach außen gewölbt; der Schambogen ist größer, runder, nicht spitzwinkelig, wie beim Manne, er macht in der Regel einen Bogenabschnitt von 95 bis 100°, während der des Mannes nur 75 bis 80° beträgt. Unterhalb ihres spitzen Fortsatzes divergiren die absteigenden Sitzbeinäste stärker. Die Gelenkpfannen sind mehr nach vorn gerückt. Die Verbindung zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbeine tritt in einem weniger spitzen Winkel vor, das Kreuzbein ist breiter, kürzer, mehr nach hinten gekehrt, anfangs in gerader Linie, dann erst gekrümmt, während beim Manne die Biegung in dem ganzen Knochen liegt. Die Aushöhlung des Kreuzbeines von einer Seite zur anderen ist flacher. Das Steißbein ist beweglicher, da die Wölbung der Gelenkfläche größer, die Vertiefung flacher ist, es ragt weniger nach vorn vor, während es beim Manne in der Richtung des Kreuzbeines fortläuft. Diese Verhältnisse bedingen eine größere Geräumigkeit des weiblichen Beckens in allen seinen Abschnitten. Nach Joh. Jac. Müller's Versuchen [1]) verhält sich die Capacität des weiblichen Beckens zu der des männlichen, wie 70 zu 50. Das große Becken wird weiter durch die größere Flachheit und das stärkere Zurücktreten der Darmbeine; der Beckeneingang durch den größeren Bogen, den die Darmbeine vom Kreuzbeine aus beschreiben, durch das geringere Vortreten des Promontorium, durch die größere Länge der horizontalen Schambeinäste und ihre stärkere Beugung nach außen; die Beckenhöhle durch die größere Breite des Kreuzbeines und die stärkere Richtung desselben nach hinten; der Beckenausgang durch den weiteren Schambogen, die größere Divergenz der absteigenden Sitzbeinäste und die stärkere Beweglichkeit des Steißbeines. Das weibliche Becken hat endlich eine geringere Tiefe als das männliche.

---

[1]) Diss. sistens casum rariss. uteri in partu rupti etc. §. VI.

An den oberen Extremitäten sind die Schlüsselbeine beim Weibe kürzer und weniger gekrümmt, die Schulterblätter dünner und schwächer, an den Männern weniger kolbig und liegen dichter an, die Schultern sind schmaler und stehen weniger vor. Die Ober- und Unterarmknochen sind feiner, glatter, mit längeren Mittelstücken, vor Allem aber sind die Handknochen fein und zierlich ausgearbeitet, die Knochenmasse ist hier verhältnißmäßig am meisten gespart. Berühmt ist in dieser Beziehung die schöne Hand der schönen Paüle de Vigniers in der Sömmerring'schen Sammlung.

Die unteren Extremitäten sind beim Weibe kürzer, theils an und für sich, theils durch ihre Stellung. Wegen der stärkeren Divergenz der Sitzbeinäste müssen die oberen Enden der Schenkelknochen weiter vom Becken abstehen, um für die Muskeln, Gefäße, Nerven u. s. w. einen hinlänglichen Raum zu lassen. Aus diesem Grunde verläuft der Schenkelhals mehr in querer Richtung und bildet mit dem Mittelstücke fast einen rechten Winkel, während derselbe beim Manne sehr stumpf ist. Hierdurch und durch die größere Entfernung der Hüftbeinpfannen sind die Schenkel oben weiter aus einander gerückt und convergiren später nach den Knieen zu, während die Unterschenkel wieder divergiren, was eine überwiegende Größe des unteren inneren Gelenkkopfes am Oberschenkel zur Folge hat. Die Knochen des Fußes sind, wie die der Hand, kleiner und zierlicher ausgearbeitet. Durch die mehr nach vorn befindliche Stellung der Schenkelpfannen fällt der Schwerpunkt beim Weibe mehr nach hinten, als beim Manne, durch die größere Entfernung derselben und die schrägere Richtung der Schenkel wird der Gang mehr schwankend und wenn nicht die Leichtigkeit der Bewegung hinzukommt, leicht unschön. Die Kürze der Extremitäten macht kleinere Schritte nothwendig. Durch die genannten Bedingungen ist das Laufen erschwert, und ist, wie Rousseau sagt, die einzige Bewegung, die das Weib ohne Anmuth vollzieht, und sein Fliehen scheint darauf berechnet, eingeholt zu werden.

Als Resultat der angegebenen Verhältnisse ergiebt sich, daß die Brusthöhle des Weibes kleiner und enger ist, ihr Kegel endet nach oben spitzer und erweitert sich auch nach unten nicht so sehr. Da die Wirbelknochen tiefer in die Brust hineinragen, und die Rippen nach hinten einen stärkeren Bogen machen, vorn aber nicht, so ist das vordere Segment der Brusthöhle, von der vorderen Fläche der Wirbel an gerechnet, verhältnißmäßig kleiner, als das hintere. Durch die Kürze des Brustbeines und die höhere Insertion des Zwerchfelles, welches sich beim Weibe an die sechste, beim Manne an die siebente Rippe heftet, wird die Brusthöhle, namentlich im Verhältnisse zum Becken kleiner, als beim Manne. Sie liegt beim Weibe gerade über demselben, ein Perpendikel vom unteren Rande des Brustbeines aus gefällt, trifft hier die Symphyse, weil das Becken nach vorn einen stärkeren Bogen beschreibt, sowie umgekehrt die Rippen nach hinten. Die Brust ist ferner beim Weibe weiter vom Becken entfernt, weil besonders die Körper der Lendenwirbel höher sind und die ganze Wirbelsäule nicht so tief zwischen die Hüftknochen hereingeschoben ist. Die Bauchhöhle ist also länger, sie hat eine mehr cylindrische Gestalt, die Unterbauch- und Schamgegend ist im Verhältnisse zur Oberbauchgegend überwiegend, sie ist länger und breiter, während die Hypochondrien wegen des schwächeren Vorspringens der Rippen und der Kleinheit des Zwerchfelles enger sind. Aber durch die jählings erfolgende Zunahme der Rippen sind die Hypochondrien weicher und nachgiebiger, als beim Manne; dazu kommt, daß die Rippen ebenfalls mehr nachgeben können, weil die Knorpel derselben länger sind, und daß das Brustbein in Folge der überwiegenden Länge des Handgriffes im Verhältnisse zur Klinge leichter in die Höhe gedrückt werden kann.

Die Muskeln des Weibes sind von hellerer Farbe, die Fleischbündel kleiner und zarter, und weicher für das Gefühl. Die feineren Knochen bedürfen einer geringeren Muskelkraft, um bewegt zu werden. Bei den Thieren zeichnet sich das Fleisch der Weibchen durch einen zarteren Geschmack aus. Beim menschlichen Weibe sind, abgesehen von der verschiedenen Anordnung der Muskeln der Geschlechtstheile, die Muskeln der Lenden und des Gesäßes stärker entwickelt und bedingen so nebst der stärkeren Beckenneigung und der Richtung des Kreuzbeines nach hinten die größere Wölbung der Hinterbacken. Der große, der kleine und der viereckige Lendenmuskel sind größer und stärker, weil der Theil der Wirbelsäule, an den sie sich heften, größer und die Brust weiter vom Becken entfernt ist. Ebenso sind der längste Rückenmuskel und der mit ihm zum Theile verbundene lange Lendenmuskel stärker, weil der gemeinschaftliche mittlere Theil derselben, der sich an alle Lendenwirbel heftet, hier einen größeren Raum zwischen dem Hüftbeine und der letzten Rippe auszufüllen hat. Aber auch jener Theil des längsten Rückenmuskels, der den Raum zwischen den spitzen und queren Fortsätzen der Wirbel einnimmt, ist größer, weil dieser es ist. Das Zwerchfell hat dagegen, wie bereits bemerkt ist, einen kleineren Umfang.

Das Zellgewebe, namentlich unter der Haut, ist beim Weibe in größerer Menge angehäuft, lockerer und fettreicher. Deßhalb treten überall die Umrisse der Muskeln weniger scharf hervor, die Formen der Glieder sind sanfter, gefälliger und runder. Excessiv ist die Fettablagerung bei den Frauen der Buschmänner; die polsterartige Erhöhung in der Gesäßgegend ist nach den zu Paris vorgenommenen Sectionen durch die Ansammlung eines flüssigen gallertartigen Fettes unter (?) den Gesäßmuskeln bedingt. Die Haut des Weibes ist weißer und durchsichtiger, mit bläulich durchschimmernden Venen, sie ist weicher und glatter, ihre Furchen sind mehr ausgeglichen. Wie überhaupt die Epidermis, so sind auch die Nägel zarter und durchsichtiger. Das Haar ist weicher und glatter, der Bart fehlt, auch die Brust, die Gegend zwischen dem Nabel und dem Schamberge und der Damm sind haarlos. Stärker noch als beim Menschen spricht sich bei den Thieren der Geschlechtsunterschied in den Hautgebilden aus.

Das Herz ist beim Weibe kleiner, dagegen sind die Aorta descendens und die Beckenarterien weiter, ihre Aeste zahlreicher. Die Wandungen der Arterien sind dünner und von schwächerer Cohäsion. Nach Clifton Wintringham[1]) verhält sich die Dichtigkeit der aufsteigenden Aorta eines weiblichen Thieres zu der eines männlichen, wie 1 : 238, und wenn sich bei einem weiblichen Thiere die Dichtigkeit der Vene zu der der Arterie wie 1 : 1,166 verhielt, so war das Verhältniß beim männlichen wie 1 : 1,238. Es fand zwischen den Arterien beider Geschlechter ein größerer Unterschied Statt, als zwischen den Venen. Denn die weibliche Aorta verhielt sich zur männlichen wie 1 : 1,014, die Hohlvene dagegen wie 1 : 1,006. Namentlich nimmt die Dichtigkeit der absteigenden Aorta beim weiblichen Geschlechte mehr ab, als beim männlichen. Beim weiblichen Schafe verhielt sie sich in dieser Beziehung zu der beim männlichen

in der Nähe des Herzens wie	1014 : 1027
im aufsteigenden Theile wie	1000 : 1033
in der obern Gegend des absteigenden Theiles wie	1000 : 1108
über den Nierenarterien wie	1000 : 1238
über den Hüftarterien wie	1000 : 1272.

---

[1]) Haller, Elem. physiol. corp. hum. T. VII.

In welcher Art die einzelnen Arterienhäute bei diesem Verhältnisse betheiligt sind, darüber fehlt es an Untersuchungen. Wahrscheinlich betrifft der Unterschied vorzugsweise die Ringfaserhaut, als das den Muskeln ähnlichste Gebilde. Dafür spricht auch die im Allgemeinen größere Weichheit des weiblichen Pulses. Das Blut selbst ist nach Lecanu's [1]) Beobachtungen beim Weibe ärmer an festen Bestandtheilen, enthält dagegen die gleiche Menge Eiweiß mit dem männlichen. Simon [2]) hat aus den zahlreichen Denis'schen Untersuchungen die Zusammensetzung des Blutes männlicher und weiblicher Individuen von gleichem Alter gegenüber gestellt und als Resultat gefunden, daß im weiblichen Blute die Menge des Wassers, des Albumins und des Fibrins größer, die der Blutkörperchen dagegen geringer ist, als im männlichen. Nasse [3]) fand das Blut der Männer beständig dicker und wenigstens um $^1/_{1000}$ schwerer, das Gewicht hielt sich immer über 1053, während das des Weibes oft nur 1050 betrug; das Gewicht des Blutserums verhielt sich zu dem beim Weibe wie 1028,5 : 1020,5. Das weibliche Blut gerann schneller, der Kuchen zog sich aber weniger fest zusammen. Bei Hunden ergab das Geschlecht noch eine beträchtliche Differenz in Bezug auf den Eisengehalt des Hämatins, dessen Menge bei den Weibchen 0,591, bei den Männchen dagegen 0,832 betrug. Nach Valentin [4]) haben die weiblichen Thiere relativ weniger Blut, als die männlichen.

Was den Verdauungsapparat betrifft, so sind die Kaumuskeln beim Weibe schwächer entwickelt, die Zähne und namentlich die Eckzähne kleiner, letztere fehlen bei manchen weiblichen Thieren ganz. Durch die parabolische Biegung der Kinnladen ist die Mundhöhle seitlich zusammengedrückt und zugleich durch die Kleinheit und die schrägere Richtung der aufsteigenden Fortsätze des Unterkiefers niedriger, durch die höhere Lage des Kehlkopfes ist der Rachen beengt, der Magen hat einen kleineren Umfang, das Nahrungsbedürfniß ist geringer. Dagegen ist die Resorption im ganzen Darmkanale sehr entwickelt; das breitere Gekröse enthält zahlreichere Lymphgefäße, der Koth ist daher trockener. So ist also das Weib durch seine Organisation auf eine mehr pflanzliche Kost und ein geringeres Nahrungsquantum angewiesen, als der Mann. Dem entsprechend ist der Stoffwechsel im Weibe verlangsamt, die Zersetzung der Organtheile — Muskeln und Nerven — geschieht weniger rasch, als beim Manne, wo ihre Thätigkeit größer ist, und so schließt sich auch in dieser Beziehung das Weib mehr an die Herbivoren an, während der Mann mehr den Carnivoren sich nähert. Nach Lecanu's [5]) Untersuchungen ist der Harn bei Frauen weniger dicht, als bei Männern. Die Menge des Harnstoffes beträgt:

bei Männern im Mittel	28,05,	Maximum 33,05,	Minimum 23,15
bei Frauen	» »	19,11	» 28,30	» 9,92.

Auch die Menge der Harnsäure ist im Frauenharn durchschnittlich geringer, ebenso die der feuerbeständigen Salze. Die Menge der letzteren beträgt:

bei Männern im Mittel 16,88,	Maximum 24,5,	Minimum 9,96
bei Frauen » » 14,38	» 19,63	» 10,78.

Auffallend gering fand Lecanu die Menge des Kochsalzes im Frauenharn. Die Menge der schwefelsauren Verbindungen scheint nach Lehmann's

---

[1]) Etudes chimiques etc. p. 65.
[2]) Handbuch der angewandten medic. Chemie. Theil II. S. 143.
[3]) Wagner, Handwörterbuch Bd. I. [4]) Repert. f. Anatomie u. Physiologie.
[5]) Journal de pharmac. 1839. XXV.

und Simon's [1]) Beobachtungen in einem bestimmten Verhältnisse zu dem des Harnstoffs zu stehen.

Wie der Verdauungs- so ist auch der Respirationsapparat in allen seinen Theilen weniger geräumig. Die Nase ist in der Regel kleiner, die Nasenlöcher sind enger; der Kehlkopf ist kleiner, die Schildknorpel stoßen in einem Bogen, nicht in einem Winkel zusammen, und springen nicht so vor wie beim Manne. Der Kehlkopf hängt ferner höher, so daß sein oberer Rand mit dem unteren des Unterkiefers und dem ersten Halswirbel fast in einer Ebene liegt, während er beim Manne in die Gegend des vierten Halswirbels fällt. Daher sind der Musculus sternohyoideus und sternothyreoideus länger, der M. stylohyoideus dagegen kürzer, der hintere Bauch des Digastricus verläuft mehr in horizontaler Richtung. Die Stimmbänder sind beim Weibe kürzer, die Stimmritze enger, deßhalb ist die Stimme höher; die längeren männlichen Stimmbänder ersetzen dies in den Fisteltönen einigermaßen durch die stärkere Spannung. Die Luftröhre ist zwar länger, aber von geringerem Durchmesser, ihre Ringe sind zahlreicher — 18 bis 20, beim Manne 12 bis 14 — aber schmaler. Doch nehmen die Zweige nicht so jählings im Durchmesser ab, als beim Manne, wodurch das Verhältniß in etwas wieder ausgeglichen wird. Aber auch die Lungen sind wegen der Enge der Brusthöhle kleiner. Aus den angegebenen Gründen ist die Aufnahme des atmosphärischen Sauerstoffs beschränkter, entsprechend dem geringeren Athembedürfnisse. Dazu kommt, daß der einathmende Theil des Brustkorbes im Verhältnisse zu dem ausathmenden kleiner ist, als beim Manne. Beim Einathmen sind nämlich vorzugsweise die oberen horizontal zum Brustbeine gehenden Rippen thätig, beim Ausathmen dagegen die unteren zum Brustbeine aufsteigenden Rippen. Nun steigt beim Weibe schon die sechste, beim Manne erst die siebente Rippe auf. Beim Weibe erweitert die Brust sich mehr in horizontaler Richtung durch die Thätigkeit der peripherischen Athemmuskeln, die sich an die beweglicheren und spiralförmig gebogenen Rippen heften, der Busen hebt und senkt sich stärker. Beim Manne geschieht die Erweiterung vorzugsweise in senkrechter Richtung durch die Thätigkeit des Zwerchfelles. In Folge der geringeren Sauerstoffaufnahme und des langsameren Stoffwechsels ist beim Weibe die Kohlensäureausscheidung durch die Lungen ebenfalls geringer, als beim Manne [2]).

In Betreff des Nervensystemes endlich sind die vorderen und mittleren Hirnlappen, entsprechend dem Baue des Schädels, beim Weibe kleiner, die hinteren dagegen verhältnißmäßig stärker, das Hinterhaupt ist höher und breiter, das Vorderhaupt niedriger und schmaler, als beim Manne. Die Glandula pinealis ist beim Weibe in der Regel größer. In der Substanz selbst überwiegt die Nervenmasse, das weibliche Gehirn enthält weniger Blut, als das männliche, da seine Gefäße wegen der Kleinheit der Durchtrittsöffnungen enger sind. Das Rückenmark ist beim Weibe stärker, weil der Kanal der Wirbelsäule geräumiger ist. Im Verhältnisse zum peripherischen Nervensysteme waltet nach Sömmerring [3]) beim Weibe die Masse des centralen und namentlich des Gehirnes ebenso vor, als der Mann in dieser Beziehung das Thier übertrifft, doch rührt dieses Uebergewicht, wie wir gesehen haben, nicht sowohl von dem eigentlichen oder physiologischen Gehirne, dem Organe des

---

[1]) A. a. O. S. 368.
[2]) Andral u. Gavarret. Roser u. Wunderlich, Archiv. Jahrg. II. Heft 1. 1843.
[3]) Vergl. Ackermann a. a. O.

Denkens (Hemisphären des großen Gehirns, Corpus callosum) her, als vielmehr von den Hirntheilen, die zum physiologischen Rückenmarke gehören. Ob hier und beim anatomischen Rückenmarke die graue Substanz einen wesentlichen Antheil an dem Uebergewichte hat, ist mir nicht bekannt, doch möchte ich es vermuthen. Alle Cerebralnerven mit Ausschluß der Seh- und Geruchsnerven sind feiner, ihre Ursprünge durch die größere Kleinheit der Schädelbasis einander näher gerückt. Dagegen sind, analog den Gefäßen, die Nerven des Beckengeflechtes bei dem Weibe fast noch einmal so stark, als bei dem Manne, und auch die Zweige, die vom oberen und unteren Gekrösgeflechte zu den Zeugungsorganen gehen, sind viel dicker. Ob ein Unterschied zwischen den Functionen der sensiblen und motorischen Nerven beim Weibe und Manne stattfindet, möchte ich bezweifeln. Was gewöhnlich darüber gesagt wird, entbehrt zu sehr des empirischen Haltes; die stärkere Sensibilität scheint mir durchaus nicht erwiesen, und die wirklich schwächere Bewegungskraft beruht wohl weniger auf einer Differenz der motorischen Nerven, als der Musculatur. Dagegen erscheint die Leichtigkeit der Mittheilung in den Centralorganen größer, als beim Manne, und die schon im normalen Zustande stärkere Reflexerregbarkeit erreicht in krankhaften Zuständen leicht eine außerordentliche Höhe. Unter den psychischen Thätigkeiten herrscht beim Weibe im Allgemeinen das Gemüth, beim Manne der Verstand vor.

Die Abhängigkeit der geschilderten Differenzen in der Bildung und den Functionen des Körpers von den Geschlechtsorganen, auch wo jene in keiner directen Beziehung zu dem Geschlechtsleben stehen, tritt besonders in pathologischen Zuständen deutlich hervor. Das bestimmende Moment liegt in dem geschlechtlichen Bildungsapparate, Ovarien und Hoden. Wo derselbe unvollkommen entwickelt ist, erscheint in dem allgemeinen Körperhabitus eine mehr oder minder beträchtliche Annäherung an den entgegengesetzten Geschlechtstypus, auch wenn im Uebrigen die Bildung der Genitalien regelmäßig ist. Die sogenannten Mannjungfern, Viragines, sind von langer, hagerer Statur, mit schmalen Hüften, harter, straffer Haut, tiefer Stimme und bärtiger Oberlippe, ihre Neigungen und Bestrebungen haben den männlichen Charakter. Dabei ist die Bildung der Genitalien vollkommen weiblich, obwohl etwas verkümmert, die Brüste sind kleiner, platter und weiter von einander entfernt, der Uterus, die Tuben und die Ovarien ebenfalls kleiner. Schon Meckel [1]) hält es für wahrscheinlich, daß in den letzteren die Follikel nicht entwickelt sind; für diese Annahme sprechen, obwohl, so viel mir bekannt ist, der anatomische Nachweis fehlt, die mangelnde oder sparsame und unregelmäßige Menstruation, die Abneigung gegen den Beischlaf und die Unfruchtbarkeit solcher Frauen. In den höheren Graden der Bildungsabweichung zeigen auch die Genitalien eine Annäherung an den männlichen Typus, die Clitoris ist regelwidrig groß oder selbst perforirt, die Scheide verengt oder gänzlich verwachsen, die Ovarien und Tuben sind durch den Leistenring in die großen Schamlippen herabgetreten — Verhältnisse, deren Möglichkeit in der ursprünglichen Gleichheit und dem gemeinsamen Bildungstypus, nach welchem sich männliche und weibliche Genitalien entwickeln, begründet ist, die zum Theile auf einem Stehenbleiben auf embryonalen Bildungsstufen beruhen und in den normalen Bildungsformen mancher Thierclassen ihre physiologischen Urbilder finden. Dieselben Bildungsabweichungen in umgekehrter Richtung treten auch bei Männern auf: kleine Statur mit

---

[1]) Handbuch der pathologischen Anatomie, Bd. II.

breiten Hüften, enge Brust, zarte Gliedmaßen, weiche, glatte Haut, fehlender Bart, reichliche Fettablagerung, besonders in der Leisten- und Schamgegend, feine Stimme, Neigung zu weiblichen, Widerwille gegen männliche Beschäftigungen, geringer Geschlechtstrieb, kleine im Uebrigen aber männlich gebildete Geschlechtstheile; in den höheren Graden auch hier Annäherung an den weiblichen Typus: starke Entwicklung der Brüste, Kleinheit und Imperforation der Ruthe in verschiedenen Graden, Spaltung des Hodensackes mit und ohne scheidenartige Vertiefung, in welche die Prostata und die Samenleiter münden, Umbildung der Prostata in einen hohlen Körper mit dünnen Wänden, beständige oder zeitweilige Lagerung der Hoden in der Bauchhöhle. Selbst noch in späteren Lebensepochen macht sich von dem geschlechtlichen Bildungsapparate her eine Einwirkung auf den übrigen Körper bemerkbar. Nach dem Erlöschen des Geschlechtslebens bekommen Hühner und Fasanen nicht selten männliches Gefieder, Sporen und männliches Naturell, Hirschkühe erhalten ein Geweih. Bei Frauen hat man bisweilen zur Zeit der aufhörenden Menstruation ein Hervorbrechen des Bartes, Verwachsung der Scheide und Herabtreten der Ovarien in die großen Schamlippen beobachtet. Bei castrirten Weibern erlischt der Geschlechtstrieb, an Kinn und Oberlippe erscheint der Bart, die Stimme wird rauh, der Busen schwindet u. s. w. Roberts giebt in seinem Werke über eine Reise von Delhi nach Bombay [1]) folgende Schilderung der weiblichen Castraten: die untersuchten Personen waren etwa 25 Jahre alt, musculös und vollkommen gesund, sie hatten keinen Busen, keine Warze und keine Schamhaare. Der Scheideneingang war vollkommen geschlossen, und der Schambogen so eng, daß sich die aufsteigenden Aeste der Sitzbeine und die absteigenden der Schambeine fast berührten. Die ganze Gegend der Schamtheile zeigte keine Fettablagerung, auch die Hinterbacken waren nicht mehr entwickelt, als bei Männern, obwohl der übrige Körper hinreichend mit Fett versehen war. Es war keine Spur einer Menstrualblutung oder einer deren Stelle vertretenden vorhanden, ebenso kein Geschlechtstrieb. — Umgekehrt findet nach der Entmannung zwar nicht in den Genitalien, aus leicht begreiflichen Gründen, wohl aber in dem allgemeinen Körperhabitus eine Annäherung an den weiblichen Typus Statt. Frühzeitig entmannte Ochsen haben sehr lockere und zerbrechliche Hörner, jung entmannte Hirsche bekommen statt des Geweihes nur unförmliche knotige Hervorragungen, die nie ganz verhärten, und werden sie nach dem Abwerfen des Geweihes entmannt, so wächst dieses nicht wieder. Die Bartlosigkeit, die feine Stimme, das Fettwerden männlicher Castraten sind bekannt.

Geschlechtliche Entwicklung des Weibes. Pubertät. Menstruation.

In der frühesten Zeit des Embryolebens tritt in der äußeren Erscheinung durchaus kein Geschlechtsunterschied hervor, Hoden und Ovarien mit ihren Ausführungsgängen sehen einander völlig gleich. In einer späteren Zeit zeigen männliche wie weibliche Embryonen anscheinend den weiblichen Typus, weil bei diesen die fernere Entwicklung mehr in der ursprünglichen Richtung fortschreitet, bei jenen aber einen entgegengesetzten Gang einschlägt. Beide, Hoden und Ovarien, bilden sich aus einem längs des inne-

[1]) Vergl. Bischoff, Beweis ꝛc. Gießen, 1844.

rn Randes der Wolf'schen Körper abgelagerten Blasteme und stellen anfangs eine durchaus gleiche indifferente Zellenformation dar. Bald aber zeigt sich ein Unterschied in der Form und Stellung; die Ovarien bleiben länglich platt, während die Hoden sich cylindrisch abrunden, sie nehmen eine schiefe und endlich eine quere Stellung an, während die Hoden die ursprüngliche perpendiculäre behaupten, sie rücken dabei zwar etwas herunter, jedoch bei weitem nicht so tief, als die Hoden. Später tritt die morphologische Differenz hinzu. Die Ausführungsgänge der Ovarien und Hoden, Eileiter und Vas deferens, münden anfangs mit den Ausführungsgängen der Wolf'schen Körper, neben oder an denen sie sich bilden, bei beiden Geschlechtern mit getrennten Mündungen neben einander in den unteren Theil der Allantois, der nach der Trennung vom Darme durch das Schwinden des gemeinschaftlichen Endstückes oder der Kloake, den Sinus urogenitalis darstellt. Die anschwellenden Enden dieser Ausführungsgänge entwickeln sich beim weiblichen Geschlechte zum Uterus, beim männlichen durch seitliche Ausstülpung zu den Samenbläschen und vielleicht auch nach hinten zur Prostata. Beim männlichen Embryo bleibt der Sinus urogenitalis ein einfacher Kanal (Blasenhals und Anfang der Harnröhre), der dann mit dem äußeren Geschlechtsgliede in Verbindung tritt; bei dem weiblichen dagegen setzt sich die Trennung durch Abschnürung in die Scheide und in die Harnröhre fort und nur das Endstück des Sinus urogenitalis, der Vorhof, bleibt gemeinsam. Nach Meckel [1]) ist die Scheide beim Fötus verhältnißmäßig länger, als in späteren Perioden: sie ist anfangs sehr eng, im siebenten bis achten Monate aber relativ weiter, als zu irgend einer anderen Lebenszeit. Der Mutterhals erscheint in derselben zuerst als ein kaum merklicher Vorsprung, vergrößert sich aber bald sehr bedeutend, so daß er verhältnißmäßig größer ist, als später, und größer als der Fundus und Körper. Er ist im siebenten bis achten Monate sehr ungleich, der Länge nach gerunzelt, mit ungleichen, tief eingeschnittenen, scharfen Rändern, verkürzt sich erst später, wird glatt und wulstig, und der Muttermund erscheint dann als eine einfache, glatte Querspalte. Die äußeren Genitalien entwickeln sich erst, nachdem die inneren keimbereitenden bereits vorhanden sind, gegen das Ende der fünften oder zu Anfange der sechsten Woche. Auch hier ist die Bildung anfangs indifferent. Es erscheint zuerst eine gemeinschaftliche Oeffnung für Darm, Genitalien und Harnwerkzeuge, eine Kloakenöffnung. Vor der Grube, die diese umgiebt, erhebt sich ein cylindrischer, an seiner unteren Fläche mit einer Furche versehener Körper, der an seiner Spitze knopfartig anschwillt — Clitoris oder Penis. Die Ränder der Spalte wulsten sich, gegen die zehnte oder eilfte Woche scheidet sich die Afteröffnung von der des Canalis urogenitalis und es beginnt der Damm sich zu entwickeln. Die Form der Genitalien ist jetzt mehr weiblich, erst gegen die vierzehnte Woche tritt eine entschiedene Differenz ein. Während beim männlichen Embryo die die Spalte begrenzenden Wülste zum Hodensacke verwachsen, der vorspringende clitorisähnliche Körper sich zum Penis vergrößert, die Furche an seiner unteren Fläche durch Verwachsung ihrer wulstigen Ränder zur Harnröhre sich schließt, schreitet dagegen beim weiblichen Embryo die Theilung in der bisherigen Richtung fort. Jene Wülste werden zu den großen Schamlippen, die kleine und runde Scheidenöffnung vergrößert sich und zieht sich mehr aus, indem die Lippen der Clitorisspalte von hinten nach vorn immer weiter aus einander weichen. So wird die Cli-

[1]) Anatomie Theil IV.

toris verkürzt und bald von den Schamlippen überdeckt. Im vierten Monate bilden sich die Nymphen, das Hymen erst in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft. Die Brüste, welche nach Meckel schon im dritten Monate deutlich sind, zeigen im Fötalzustande keinen Geschlechtsunterschied.

Das Hauptmoment in der geschlechtlichen Entwicklung bildet die Entstehung und die allmälige Reifung der Eier in den Ovarien. Bei den Wirbellosen und einigen Wirbelthieren erzeugen sich die Eier innerhalb blinddarmförmiger Röhren oder frei in einem zellgewebigen Parenchyme, bei den höheren Wirbelthieren dagegen werden sie in geschlossenen Drüsenbläschen producirt. Nach Valentin [1]) ist auch bei diesen die Elementarform der Ovarien anfangs eine röhrige, analog der bleibenden Bildung bei den niederen Thieren. Es entstehen nach ihm in dem Blasteme des Eierstockes zuerst strahlig gegen den Mittelpunkt hin Leisten, welche sich in schmalere Leisten theilen und dann eine Höhlung in sich entwickeln, nach demselben Typus, nach welchem die Samenkanälchen in den Hoden sich bilden. Diese Röhren bestehen aus einer sehr zarten, mit einem Epithelium ausgekleideten Membran, und haben einen mittleren Durchmesser von 0,0004 Pariser Zoll. Sehr bald nach ihrem Entstehen entwickeln sich in ihnen die Follikel; bei Rindsembryonen von 8 bis 10'' Länge fand Valentin sie schon zu hunderten in denselben. Die Follikel liegen reihenweise in den Röhren und verdrängen sie durch ihr Wachsthum allmälig bis zum vollständigen Verschwinden. Sie haben anfangs einen Durchmesser von 0,0008 bis 0,0012 Pariser Zoll, und bestehen aus einer äußeren durchsichtigen Hülle und einem körnerreichen Contentum. Bei fernerem Wachsthum bilden zunächst die Körner an der Innenfläche des Follikels eine Membran, Membrana cumuli (granulosa v. Baer), während der übrige Inhalt sich verflüssigt. Dann erst erfolgt die Entwicklung des Eies. Bischoff (a. a. O.) hat jene Leisten und Röhren Valentin's niemals gefunden, und zweifelt an ihrer Existenz um so mehr, da er die Entwicklung der Follikel ebenso früh als Valentin beobachtet hat. Mit seiner Darstellung stimmen meine an menschlichen Ovarien gemachten Beobachtungen im Wesentlichen durchaus überein. Man unterscheidet anfangs in den Eierstöcken nichts als primäre Zellen und Zellenkerne. Dann erscheinen die Follikel zuerst als kleine, rundliche Gruppen solcher in regelmäßiger Stellung zusammengruppirter und sich vereinigender Zellen in dem Eierstocke zerstreut und in großer Anzahl. Sie sind anfangs sehr schwer zu erkennen und kaum von dem gleichfalls aus Zellen bestehenden Stroma zu unterscheiden. Später hellen sie sich auf, indem die peripherischen Zellen vollkommen unter einander verschmelzen und eine homogene feine, durchsichtige Hülle darstellen, während der Inhalt sich verflüssigt. Bald legt sich dann wieder eine Schicht endogener Zellen als eine Epitheliumlage an die innere Fläche der Membrana folliculi an. Der Inhalt der Bläschen besteht aus einer wasserhellen Flüssigkeit, in welcher Zellenkerne und den späteren Dotterkörnchen gleiche Körnchen sich befinden. Gleichzeitig mit der Entwicklung der Follikel bilden sich die Zellen des Stroma in Bindegewebsfasern um.

Ueber die Genesis des Eies, die genau mit seiner histologischen Deutung zusammenhängt, sind die Ansichten ebenfalls noch getheilt. Das Ei besteht bekanntlich in allen Thierclassen aus denselben wesentlichen Elementen: einer einfachen Hülle, der Dotterhaut oder Zona pellucida, und einem mehr

---

[1]) Müller's Archiv, 1838.

oder minder flüssigem, mit Körnchen und Fetttröpfchen gemischtem Inhalte, dem Dotter, in welchem das Keimbläschen mit dem Keimflecke eingebettet liegt. Das Ei der Säugethiere und des Menschen zeichnet sich vor denen der übrigen Thiere durch seine Kleinheit aus, es hält nur $^1/_{20}$ bis $^1/_{15}$ bis $^1/_{10}$''' im Durchmesser. Diese Kleinheit rührt von der geringeren Menge des Dotters her, der beim Menschen und einigen anderen Säugethieren noch durch seine zähe, wenig flüssige Beschaffenheit hervorsticht. Das Keimbläschen ist 0,0015 bis 0,0020''' groß und enthält außer dem Keimflecke eine eiweißartige Flüssigkeit. Wagner [1]) untersuchte die Eier auf den successiven Stufen ihrer Entwicklung in den röhrenförmigen Eierstöcken der Insecten. Er fand in den Spitzen der Eileiter zuerst einzelne Körner, welche Keimflecke zu sein schienen, und bisweilen schon sehr kleine Molecüle in den Zwischenräumen derselben abgelagert. Dann erschienen diese Körnchen von zarten kreisförmigen Linien umschlossen, die sich später deutlich als Keimbläschen herausstellten. Weiter abwärts zeigten sich die Bläschen in eine körnige Masse eingebettet; doch schienen sie ihm hier schon von einer zweiten Hülle und einem wasserhellen Dotter umgeben zu sein. Bischoff [2]) beobachtete die Entwicklung des Eies in den Follikeln des Eierstockes bei den Säugethieren. In der wasserhellen, mit Zellenkernen und Körnchen gemischten Flüssigkeit der jungen Follikel fand er etwas später ein wasserhelles vollkommen sphärisches und einen Kern besitzendes Bläschen, dem Keimbläschen durchaus ähnlich, für welches er es auch mit Bestimmtheit hält. Je weiter der Follikel entwickelt war, um so zahlreicher waren die den Dotterkörnchen gleichen Körnchen um das Bläschen gelagert. Die weitere Entwicklung konnte er jedoch nicht verfolgen. Denn auf der nächsten Stufe, wo er sich wieder mit Sicherheit von den Verhältnissen überzeugen konnte, fand er in den Follikeln die Eichen schon mit allen ihren wesentlichen Theilen, Zona pellucida, Dotter, Keimbläschen und Keimfleck. Die kleinsten Follikel, in denen er ein solches Ei unterscheiden konnte, mochten $^1/_{100}$ bis $^1/_{200}$ P. Z. im Durchm. halten. Die Eichen füllten die Follikel fast ganz aus, die Zona war sehr blaß, auch der Dotter enthielt verhältnißmäßig noch wenig Dotterkörnchen, und war deßhalb gleichfalls noch hell. Bischoff schließt sich nach diesen Untersuchungen der Ansicht Valentin's und Henle's an, wornach das Ei wie die Ganglienkugel sich bildet, zuerst der Keimfleck und das Keimbläschen, als Kern und Zelle, um welche sich secundär die Dotterkörnchen ablagern und sich hierauf mit einer structurlosen Hülle umziehen.

Die Zeit der ersten Entstehung der Follikel ist nach Bischoff in den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere verschieden, fällt jedoch bei allen später, als die Bildung der Samenkanälchen. Bei Hunden und Kaninchen fand er niemals vor der Geburt deutliche Spuren derselben, wohl aber bei Rinds- und Schweineembryonen. Beim Menschen fand er bei der Mehrzahl neugeborener Früchte noch keine Spur der Graaf'schen Bläschen und Eier als solcher, sondern nur die früheren Formen ihrer Entwicklung, oft nicht einmal diese, sondern nur ein gleichförmiges zelliges Stroma. Bei anderen dagegen waren die Graaf'schen Bläschen und Eier schon ziemlich weit entwickelt, selbst so, daß sie äußerlich wahrgenommen werden konnten. Die Zahl solcher ausgebildeten war aber immer sehr gering. Ich habe bei

[1]) Prodrom. generat. p. 9, und Beiträge zur Geschichte der Zeugung und der Entwicklung, S. 42. [2]) A. a. O. S. 366.

menschlichen Embryonen aus den letzten Schwangerschaftsmonaten immer nur die früheren, mit bloßem Auge nicht sichtbaren Entwicklungsformen der Follikel bis zu etwa $1/_{80}'''$ im Durchmesser gefunden, in denen höchstens eine Membrana granulosa gebildet schien, niemals aber ein Ei enthalten war. Bei Neugeborenen und bald nach der Geburt Gestorbenen dagegen fand ich neben diesen stets einzelne entwickeltere Follikel, als röthlich durchscheinende Bläschen bis zu 1''' im Durchmesser, sie enthielten sämmtlich Eier, deren Zona aber noch sehr dünn war. Bischoff glaubt und gewiß auch mit Recht, daß die Entwicklung der Follikel und Eier auch beim Menschen in den zeugungsfähigen Jahren ununterbrochen fortdaure, obwohl es schwer sei, in den Pubertätsjahren Follikel auf den früheren Bildungsstufen zu beobachten. Bei einem eilfjährigen Mädchen fand er neben vollkommen entwickelten Eiern andere noch auf sehr frühen Stadien begriffen.

Die Entwicklung der Follikel und ihres Inhaltes schreitet, wenn auch wohl nicht bei allen Individuen in gleichem Maße, bis zur Pubertät weiter fort, wo jedenfalls ein Theil seine vollständige Reife erlangt. Das ganze Ovarium erscheint jetzt dicker und nimmt eine mehr rundlich eiförmige Gestalt an. Die reifenden Follikel schwellen an, rücken der Oberfläche der Ovarien näher, so daß sie zum Theile selbst über dieselbe hervorragen, ihr Ueberzug wird dünner. Bei Hunden und Kaninchen fangen die Zellen des sogenannten Discus proligerus um die Zona herum an, sich in Fasern auszuziehen, und geben mit diesen auf der Zona aufsitzend dem ganzen Ei ein strahliges Ansehen. Die Eier nehmen ebenfalls an Größe zu und treten aus dem Centrum der Follikel näher an die innere Wand derselben hinan. Der Dotter gewinnt an Umfang, wird dunkler, voller und dichter, indem die Menge der Dotterkörnchen zunimmt, die des flüssigen Bindemittels dagegen und wahrscheinlich auch der Fetttröpfchen abnimmt. Das Keimbläschen erreicht am frühesten seine Ausbildung, und nimmt dann später in dem Maße, als der Dotter mit seiner Hülle wächst, an Größe ab, während es zugleich der Oberfläche des Dotters sich nähert; in ganz reifen Eiern kann es selbst fehlen. Beim Hunde beginnt sogar die Entwicklung des gelben Körpers, als den Granulationen ähnliche Wucherungen von der Innenfläche der Graaf'schen Bläschen schon vor der Eröffnung derselben und dem Austritte der Eier [1]). Von den Ovarien geht der Impuls für die übrige geschlechtliche Entwicklung aus. In den ersten Jahren der Kindheit zeigen beide Geschlechter, abgesehen von der äußeren Form der Geschlechtsorgane, noch eine große Uebereinstimmung, der weibliche Körper hat noch keinen besonderen Ausdruck. Allmälig nehmen Formen und Bewegungen, Gang und Haltung einen anderen Charakter an, die Glieder werden voller und runder, während bei Knaben sich die kindliche Rundung der Formen verliert und der Körper in seinen Umrissen schon einen gewissen Anstrich von Männlichkeit bekommt. In den Neigungen und Spielen macht sich der Geschlechtsunterschied bemerklich. Die Geisteskräfte entwickeln sich bei Mädchen schneller, sie beobachten schärfer, lernen früher sprechen und accentuiren bestimmter. Nach dem zweiten Zahnen bildet sich der weibliche Typus immer deutlicher heraus, bis endlich mit der Pubertät die volle Entfaltung eintritt.

Der Beginn der Pubertät fällt im Allgemeinen zwischen das achte und vierundzwanzigste Jahr. Die Verschiedenheit der Raçen scheint auf den

---

1) Bischoff, Beweis der von der Begattung unabhängigen periodischen Reifung und Loslösung der Eier rc. Gießen, 1844.

früheren oder späteren Eintritt gar keinen Einfluß zu haben, vielmehr ist derselbe unter demselben Klima bei den verschiedenen Raçen durchaus gleich. Nach Winterbottom treten in Sierra Leone die Katamenien bei Weißen und Schwarzen in demselben Alter ein. Dasselbe beobachtete Huggins auf der Insel St. Vincent. Dagegen ist der Einfluß des Klima's sehr bedeutend, und je wärmer dieses ist, um so früher beginnt durchschnittlich die Pubertät. In Schweden werden die Mädchen in der Regel zwischen dem funfzehnten und sechzehnten Jahre, in England, im nördlichen Deutschland und Frankreich zwischen dem vierzehnten und funfzehnten, im südlichen Frankreich mit dem dreizehnten, in Italien und Spanien mit dem zwölften, auf Minorka nach Cleghorn mit dem eilften Jahre mannbar, in Smyrna sieht man Mütter von 11 bis 12 Jahren. In Persien treten nach Chardin die Katamenien zwischen dem neunten und zehnten Jahre, in Arabien nach Niebuhr mit dem zehnten, in dem heißen und niedrigen Landstriche von Eboë nach Oldfield zwischen dem achten und neunten Jahre ein. In Jamaika trifft man nach Long Mütter von 12 Jahren. Mit diesen Angaben stimmen die statistischen Untersuchungen von Marc d'Espine [1]) vollkommen überein. Er theilt folgende Tabelle über das mittlere Alter beim Erscheinen der Katamenien mit:

Städte.	Mittleres Alter.	Zahl der benutzten Fälle.	Mittlere Temperatur.
Göttingen . . .	16,088	137	46°,82
Manchester . . .	15,191	450	48 bis 49°
Paris	14,965	85	51°,50
Toulon	14,081	43	59°,20
Marseille . . .	13,940	25	59°,80.

Auf Gebirgen werden die Mädchen im Allgemeinen später mannbar, als in den Thälern und Niederungen, oft erst mit dem zwanzigsten bis vierundzwanzigsten Jahre. Nach den statistischen Untersuchungen von Brierre de Boismont [2]) erscheint in den Städten die Menstruation durchschnittlich um ein Jahr früher, als auf dem Lande. Eine Lebensweise voll körperlicher Anstrengungen und Entbehrungen hält in der Regel ihren Eintritt zurück, während das üppige Leben der Reichen ihn zu beschleunigen pflegt. Auch die individuelle Constitution ist von Einfluß. Scrophulöse Subjecte werden meist sehr spät mannbar. Als äußerst seltene, rein pathologische und in ihren Ursachen nach durchaus räthselhafte Ausnahmen stehen diejenigen Fälle da, wo die Erscheinungen der Pubertät schon in den ersten Lebensjahren sich zeigen. Meckel [3]) hat die bis zu seiner Zeit bekannt gewordenen Beobachtungen zusammengestellt. Die Merkmale der Pubertät offenbarten sich theils in der Bildung der Genitalien und der Brüste, in der regelmäßig wiederkehrenden Menstruation, theils in dem schnellen Wachsthume des ganzen Körpers und der geschlechtlichen Ausprägung der Formen. Doch waren die letztgenannten Erscheinungen nicht nothwendig mit den ersteren verbunden und oft fand mehr eine excessive Fettbildung, als ein allseitig beschleunigtes

---

[1]) Archives générales. Sept. et Nov. 1835.

[2]) Die Menstruation ꝛc. Gekrönte Preisschrift. Aus d. Französischen von Krafft, Berlin, 1842.

[3]) Pathologische Anatomie, Bd. II.

Wachsthum Statt. Bisweilen boten nur die äußeren Genitalien den Anschein der Mannbarkeit dar, während die inneren, Uterus und Ovarien, verkümmert oder degenerirt waren. Ueber das Verhalten der Graaf'schen Follikel und Eier ist zwar im Besonderen nichts bemerkt, doch möchten diese Fälle das Gegenstück zu denjenigen bilden, wo man bei jungen und unentwickelten Mädchen Corpora lutea fand. Mehre der angeführten Individuen zeichneten sich durch eine ungewöhnlich starke Entwicklung des Haarsystems, selbst über den ganzen Körper aus. Die Geisteskräfte waren bei der Mehrzahl gering. Bei manchen trat sehr bald ein rasches Welken der Genitalien ein, und fast alle starben schon nach wenigen Jahren.

Das bestimmende Moment für den ganzen Complex der Pubertätserscheinungen liegt in den Ovarien und zwar zunächst in der vollendeten Reifung eines oder mehrer Eier in den Graaf'schen Follikeln. Den letzten Grund für diese Reifung, die sich, wie wir sehen werden, typisch in den einzelnen Menstruationsperioden wiederholt, können wir freilich ebenso wenig nennen, als für die sonstigen typischen Verhältnisse des Organismus, sie sind durch die Idee der Gattung gegeben. Wie alle Entwicklungsvorgänge in den Organen, so sind auch die Phänomene der Reifung an den Follikeln und Eiern, wie wir sie oben geschildert haben, von einer örtlich erhöhten Turgescenz, einer Hyperämie in den Ovarien und den angrenzenden Generationsorganen begleitet, zum Theile wohl auch durch sie bedingt. Ovarien und Tuben strotzen von Blut, die Fimbrien der letzteren sind angeschwollen und länger. Die Turgescenz verbreitet sich auf den Uterus, der Grund und Körper desselben entwickeln sich stärker, wobei die bisher rundliche Form in die quergezogene übergeht, die Wandungen nehmen an Dicke zu, die Falten der Schleimhaut in seiner Höhle gleichen sich aus, und nach Bischoff [1]) zeigt sich jetzt zuerst die Wimperbewegung auf derselben. Durch die größere Ausdehnung des Körpers wird das Scheidengewölbe mehr aus einander gezogen, der Hals grenzt sich schärfer ab, der Scheidentheil verliert seine kolbige Beschaffenheit und faltet sich, wie der Grund und Körper, ebenfalls etwas von vorn nach hinten ab. Die Scheide nimmt an der Turgescenz des Uterus Theil und faltet sich stärker in Folge ihres Wachsthums. Die Schamspalte wird durch die Muskeln des Dammes mehr nach hinten und in die Länge gezogen, so daß sie jetzt zwischen den Schenkeln gerade abwärts sieht, während sie bei unreifen Mädchen bei aufrechter Stellung noch theilweise vor denselben sichtbar ist. Die großen Schamlippen werden voller, treten stärker hervor und schließen sich dichter an einander, so daß sie die Nymphen und die Clitoris vollständig verdecken. Der Schamberg wölbt sich stärker und bekommt kurze, schlichte Haare, die allmälig länger und kraus werden, auch an der Außenfläche der großen Schamlippen brechen Haare hervor. Parallel den Beckengenitalien turgesciren die Brüste, ihre Wölbung nimmt zu, obwohl hauptsächlich nur durch stärkere Fettablagerung, der Warzenhof färbt sich blaßröthlich, die Warze tritt mehr hervor. Von den Geschlechtsorganen aus beginnt die Entfaltung des übrigen Körpers. Das Becken erweitert sich besonders in die Breite und gewinnt mehr und mehr die eigenthümlich weibliche Form, die bisher platte Unterbauchgegend wölbt sich über den Schambeinen, die Hüften werden breiter und runden sich, ebenso Schenkel und Waden. Von den Brüsten setzt sich die Rundung auf Hals und Schultern fort, und dehnt sich dann über den ganzen Umfang der obe-

---

[1]) Entwicklungsgeschichte, Seite 492.

ren Gliedmaßen aus, Gestalt und Physiognomie bekommen den vollen weiblichen Ausdruck. In der Psyche wecken die Veränderungen in den Geschlechtsorganen die entsprechenden Vorstellungen, anfangs noch dunkel und unbestimmt, bald mehr als Schamgefühl, bald als wirklichen Geschlechtstrieb, je nach dem Grade der sittlichen und geistigen Bildung.

Das sinnenfälligste Merkmal, durch welches sich die erlangte Geschlechtsreife kund giebt, ist die Menstruation. Dem Menstrualflusse gehen mehr oder minder heftige Symptome abdomineller Congestion voran, die sich leicht bei jedem Wiedereintritt, wenngleich in schwächerem Grade wiederholen. Schmerzen im Kreuze und in den Lenden, die sich die Schenkel abwärts und nach vorn bis in den Bauch und das Becken erstrecken, Müdigkeit der unteren Extremitäten, ein Gefühl von Schwere und Abwärtsdrängen im Becken, von Wärme und Spannung in den äußeren Genitalien sind die gewöhnlichen Vorboten, Molimina menstrualia. Bei der Untersuchung findet man die großen Schamlippen angeschwollen, turgescirend, weniger schließend, sondern mehr nach außen umgelegt, so daß die ebenfalls turgescirenden Nymphen und die Clitoris mehr hervortreten und der Scheideneingang zugänglicher wird; die Wandungen der Scheide liegen weniger dicht an einander, ihre Schleimhaut ist weicher und aufgelockerter, die Temperatur kaum merklich — nach Fricke um $\frac{1}{4}^{0}$ R. — erhöhet; der Uterus ist tiefer herabgetreten und hat sich zugleich gerader gestellt, so daß die vordere Muttermundslippe jetzt weniger vor der hinteren hervorragt, man fühlt den unteren Theil des Körpers und die Basis des Halses geschwellt, die Abgrenzung beider ist weniger scharf. Der Scheidentheil ist mehr conisch geformt und zugleich rundlicher, dabei in verschiedenem Grade aufgelockert und erweicht, der Muttermund ebenfalls rundlich. Auch in den Brustgenitalien zeigen sich in der Regel die Erscheinungen der Hyperämie, ein Gefühl von Spannung, leichte Schmerzen und Stiche, der Warzenhof färbt sich dunkler, die Warze tritt stärker hervor. Mit dem örtlichen Congestionszustande in den Genitalien ist gewöhnlich, wenigstens beim ersten Erscheinen der Menstruation, eine Reihe allgemeiner Symptome verknüpft, die größtentheils durch Reflex von den Centralorganen des Nervensystems aus entstehen, theils aber auch auf eine vielleicht secundäre Aenderung in der Blutmischung hinweisen. Dahin gehören: Frösteln, abwechselnd mit fliegender Hitze, Kopfschmerz, Schwindel, ein Gefühl von Steifigkeit im Nacken, beschleunigter, bisweilen unregelmäßiger Herzschlag, beschleunigte Respiration, Neigung zu Krämpfen, überhaupt gesteigerte Reflexerregbarkeit; die Augen verlieren ihren Glanz, sind von blauen Ringen umgeben, die Haut ist livide, gedunsen, die Secretion derselben hat einen eigenthümlichen Geruch — wenn dieser nicht von den Genitalien herstammt —, bisweilen erscheint ein Ausbruch von Papeln im Gesichte; das schlichte Haar kräuselt sich lockig oder das krause wird glatt; die Schilddrüse schwillt an, die Stimme bekommt nicht selten einen rauheren Klang; Mangel an Eßlust oder Heißhunger, öfteres Aufstoßen, selbst Erbrechen, kolikartige Schmerzen mit Auftreibung des Darmkanales sind gewöhnliche Erscheinungen; die Urinsecretion ist häufig vermehrt, oder der Urin ist dick, trübe, schleimig und wird mit Schmerzen gelassen; das Gemüth ist nicht selten verstimmt, ängstlich, traurig. Nachdem die genannten örtlichen und allgemeinen Symptome einen bis zwei und mehr Tage angehalten haben, tritt mit sichtlicher Erleichterung und Rückkehr des Wohlbefindens die Absonderung aus den Genitalien ein, anfangs noch mehr schleimig, später blutig, zuletzt wieder schleimig. Das

Blut geht am ersten Tage in der Regel nur tropfenweise und in längeren Pausen ab, am dritten Tage findet ein continuirliches Fließen Statt, und läßt dann in derselben Weise wieder nach. Die Blutung hält im Mittel etwa 4 bis 6 Tage an, bisweilen aber auch 8 Tage und darüber, und hört in anderen Fällen schon nach 1 bis 2 Tagen wieder auf. Die mittlere Quantität des entleerten Blutes beträgt 4 bis 6 Unzen, sie ist in kälteren Gegenden geringer und nimmt in wärmeren zu. Bei den Lappinnen, Samojedinnen und Grönländerinnen ist nach Linné's und Virey's Angabe die Blutung sehr schwach. In England und dem nördlichen Deutschland schätzen sie Smellie und Dobson auf 4, de Haen auf 3, Pasta auf 5 Unz. In Holland wird ihre Menge bis zu 6, im südlichen Deutschland bis zu 8, in Italien und Spanien (Emett und Fitzgerald) bis zu 12 U. angegeben, in den Tropen soll sie bis auf 20 Unzen steigen. Ausnahmsweise soll sie bei den Griechinnen des Archipelagus nur 3 U. betragen, was Burdach wohl mit Recht dem Einflusse der Seeluft zuschreibt. Außer dem Klima üben individuelle Verhältnisse, Constitution, Lebensweise, psychische Einwirkungen 2c. einen großen Einfluß auf die Stärke der Blutung aus. Bei gesunden Frauen pflegt übrigens unter denselben Verhältnissen die Dauer und Stärke der Blutung sich stets gleich zu bleiben, oder doch einen bestimmten Typus inne zu halten.

Die Farbe des abgehenden Blutes ist dunkel purpurroth, und steht zwischen der des arteriellen und venösen Blutes in der Mitte. Das Blut besitzt namentlich bei brünetten Frauen einen eigenthümlichen Geruch, der mit dem der Calendula officinalis verglichen wird. Der Volksglaube mißt ihm eine giftige Beschaffenheit bei; Milch und frischer Wein sollen durch die Nähe menstruirender Frauen sauer, frische Butter bitter werden, gesalzenes Fleisch in faule Gährung übergehen, Samen und Früchte in den Gärten verfaulen u. s. w. Bekannt ist, daß der Beischlaf mit menstruirenden Frauen bei Männern bisweilen eine tripperähnliche Entzündung der Harnröhrenschleimhaut hervorruft. Fast alle uncultivirten Völker, zumal in den heißen Zonen, erklären das menstruirende Weib für unrein, und verbannen es von sich. Plinius und die arabischen Aerzte halten das Menstrualblut ebenfalls für giftig, Hippokrates dagegen nennt es reines Blut, gleich dem eines Opferthieres. Die mikroskopische Analyse weiset in der Flüssigkeit desselben unversehrte Blutkörperchen nach, anfangs in geringer Menge, dann zunehmend und später wieder abnehmend. Außerdem sind in derselben sehr viele größere und kleinere granulirte Körperchen (Schleimkörperchen) und Epithelialgebilde (Flimmercylinder, besonders im Anfange, und Epitheliumblättchen) enthalten. In Betreff der chemischen Zusammensetzung ist die Beimischung schädlicher Stoffe nicht bewiesen, wenn auch nicht geradezu widerlegt. Am meisten zog von jeher die Nicht-Gerinnbarkeit des Menstrualblutes die Aufmerksamkeit auf sich. Auch nach jahrelanger Retention im Uterus bei Atresie des Muttermundes fand man es nach der Operation noch flüssig. Nach Retzius [1]) wird die Gerinnung durch die Gegenwart von Phosphor- oder Milchsäure gehindert. Allein in den von Vogel [2]) untersuchten Fällen zeigte das nicht gerinnbare Menstrualblut eine deutlich alkalische Reaction. Velpeau und Remak [3]) leiten die Nicht-Gerinnbarkeit des Menstrualblutes von der Beimischung von Schleim her. Allein das Menstrualblut

[1]) Froriep's Notizen. Bd. XIX. 3. S. 48. [2]) Wagner's Physiologie, 3. Aufl. S. 230.
[3]) Ueber Menstruation und Brunst. Neue Zeitschrift für Geburtskunde. Bd. XIII.

enthält in der That wenig oder gar keinen Faserstoff, was schon durch die älteren unvollkommenen Untersuchungen von Lavagna rc. dargethan wurde, und durch die neueren nur bestätigt wird. Denis [1]) analysirte das Menstrualblut einer 27jährigen Frau, und fand folgende Zusammensetzung:

Wasser	825,00
Blutkörperchen	64,40
Eiweiß	48,30
Extractartige Stoffe	1,10
Fett	3,90
Salze	12,00
Schleim	45,30

Simon (a. a. O. S. 233) untersuchte Menstrualblut, welches zu einer Zeit erhalten war, wo es kein Flimmerepithelium mehr enthielt. Es gerann nicht, enthielt etwas Vaginalschleim, war aber sonst nicht verdorben oder übelriechend. Er fand folgende Zusammensetzung:

Wasser	785,000
Feste Bestandtheile	215,000
Fett	2,580
Albumin	76,540
Hämatoglobulin	120,400
Extract. Materie und Salze . .	8,600

Also gänzlicher Mangel des Fibrins und Vermehrung der festen Bestandtheile, nicht auf Rechnung des Albumins, sondern der Blutkörperchen, während dagegen das von Denis untersuchte Blut sehr reich an Wasser ist. Das Hämatoglobulin wurde sehr reich an Hämatin (wahrscheinlich mit bedeutender Beimengung von Hämaphaein) gefunden, auf 100 nämlich 8,3 Färbestoff. Neuerdings hat Vogel (a. a. O.) eine sehr sorgfältige Untersuchung des Menstrualblutes mitgetheilt. Es war bei einer sonst gesunden Frau, die an Prolapsus uteri litt, in einer mittelst Bändchen vor das Orificium uteri befestigten Rindsblase, in zwei Portionen, jede von mehren Grammen, die eine im Anfange, die andere am Ende der Menstruation, aufgefangen. Das Blut beider Portionen verhielt sich ganz gleich, es bildete eine intensiv rothe, dicke, schleimige Flüssigkeit, die selbst nach 24 Stunden noch nicht gerann. Bei längerem Stehen in einem hohen Cylindergläschen schied sie sich in eine dunkelrothe Schicht von Blutkörperchen und ein darüber stehendes fast farbloses Serum, wurde aber durch Schütteln sogleich wieder homogen. Das Serum beider Portionen reagirte deutlich alkalisch. Unter dem Mikroskope zeigte das Blut sehr viele normale biconcave Blutkörperchen, die nach einiger Zeit die Tendenz äußerten, sich geldrollenförmig an einander zu legen; daneben viele größere, runde, farblose Körperchen, die meisten mit Kernen, alle körnig, von $^1/_{300}$ bis $^1/_{250}$''' Durchmesser (Lymphkörperchen) und kleine Körnchen von $^1/_{600}$ bis $^1/_{1000}$''' Durchmesser, ohne erkennbare Structur. Das Verhältniß der Lymphkörperchen zu den Blutkörperchen war in der zweiten Portion wie 1 : 10. Von Faserstoffcoagulis zeigte sich keine Spur. Gegen chemische Reagentien verhielt sich dieses Blut und seine körperlichen Theile ganz wie gewöhnliches Blut, nur wurde durch Essigsäure unter dem Mikroskope eine

[1]) Recherches experimentales sur le sang humain.

zarte Schleimgerinnung sichtbar. Die quantitative Analyse, so weit die geringen Mengen sie gestatteten, ergab in der ersten Portion:

Wasser	839
Feste Bestandtheile	161
Wasser des Serum	935,3
Feste Bestandtheile des Serum . .	64,7
Feuerbeständige Salze des Serum .	6,4

In der zweiten Portion:

Wasser	837
Feste Bestandtheile	163

Die Quelle der Blutung sind Gefäße der Uterinschleimhaut. Bei der Untersuchung menstruirender Frauen fühlt man das Blut deutlich aus dem Muttermunde hervorquellen. Bei Prolapsus uteri kann man das Ausschwitzen aus dem Gebärmutterhalse beobachten, und bei veralteten Inversionen hat man das Blut aus der Schleimhaut des Körpers und Grundes direct sich ergießen sehen [1]). Bei Atresie des Muttermundes häuft sich das Blut in der Höhle des Uterus an. In den Leichen von Frauen, die während der Menstruation gestorben waren, beobachteten John Hunter, Rokitansky u. A eine Hyperämie des Uterus, zumal seiner Schleimhaut mit Erguß von Blut in einem verschiedenen Zustande von Gerinnung und Entfärbung. Bisweilen scheint jedoch neben der Uterinblutung oder anstatt derselben eine Blutausscheidung auf der Vaginalschleimhaut vorzukommen. Ob dahin freilich alle Fälle gehören, wo in den ersten Schwangerschaftsmonaten die Menstruation noch fortdauert, ist zweifelhaft, da hier die Blutung noch aus dem unteren Theile des Uterinhalses stammen kann. Daß aber die Blutausscheidung isolirt auf der Vaginalschleimhaut stattfinden könne, beweisen die Beobachtungen von Columbus, Sev. Pineau, von Bohn, Verduc u. A., welche die äußeren Lefzen und die Scheide blutig, die innere Mündung der Gebärmutter verschlossen und dieses Organ selbst im Inneren trocken fanden; ferner ein Fall von Moß, wo nach der Exstirpation des Uterus die Menstruation fortdauerte und das Blut unter drängenden Schmerzen aus der Vagina ausfloß [2]).

Man muß bei dem Menstrualflusse zweierlei unterscheiden, einmal die gesteigerte Schleimsecretion (Abstoßung des Epitheliums und Bildung von Schleimkörperchen) und zweitens die Beimengung von Blut. Dieses Blut kann seiner geringen Menge nach nur aus den Capillargefäßen stammen und setzt nothwendig eine Ruptur derselben voraus. Denn eine Auflockerung der Gefäßwände bis zu dem Grade, daß sie den Durchtritt unversehrter Blutkörperchen gestatteten, ist undenkbar, und entbehrt jeder Analogie. Räthselhaft bleibt dabei freilich der gänzliche Mangel an Faserstoff, wenn man nicht annehmen will, daß derselbe sofort zur Bildung von Schleimkörperchen verwandt werde. In den Leichen hat man, wie bemerkt wurde, meist geronnenes, also faserstoffreiches Blut in der Uterinhöhle gefunden. Der Uterus ist das einzige Organ, in welchem normaler Weise eine Blutausscheidung statt-

---

[1]) Vgl. Haller, Elem. physiol. corp. human. VII. p. 2. und Osiander, Handbuch der Entbindungskunst I. S. 170.

[2]) Vgl. Haller, Elem. physiol. Lib. XXVIII. sect. III. 6, 3 und Busch, das Geschlechtsleben des Weibes u. s. w. Band I.

gel. Simon (a. a. O.) fand das Hämatoglobulin des Menstrualblutes auffallend reich an Färbestoff, es bestand also wahrscheinlich zum größten Theile aus älteren, unbrauchbar gewordenen Blutkörperchen, ähnlich denen, wie sie nach Schultz in dem Blute der Pfortader als Material der Gallensecretion sich finden. In dieser Beziehung ließen sich also Uterus und Leber einander parallelisiren. Durch beide Organe würden die abgenutzten Blutkörperchen entfernt, hier im aufgelösten Zustande, dort noch in ihrer ursprünglichen Form. Ein specifischer Secretionsstoff ist bis jetzt in der Menstrualflüssigkeit nicht nachgewiesen.

Im normalen Zustande hält die Menstruation in der Regel einen vierwöchentlichen Typus ein. Vom Einflusse des Mondes kann diese Periodicität nicht abhängig gemacht werden, da ja bei den verschiedenen Frauen die Menstruation auf alle Tage des Jahres vertheilt ist. Denn Osiander's (a. a. O.) Behauptung, daß die Zeit des Neu- und des Vollmondes, jene für jüngere, diese für ältere Frauen die regelmäßigen Menstruationstermine bilde, wird durch die Erfahrung nicht bestätigt. Auch schließt sich der Typus der Menstruation, wie Désormeaux[1]) richtig bemerkt, nicht selten Sonnenmonaten an, und viele Frauen sind gewohnt, ihre Periode nach dem Datum zu berechnen. Individuelle Verhältnisse äußern einen wesentlichen Einfluß auf den Menstruationstypus. Eine Lebensweise voll körperlicher Anstrengungen und Entbehrungen, ein kälteres Klima scheinen ihn bei übrigens kräftigen und gesunden Frauen zu verlangsamen. Nach Azara zeichnen sich die Weiber der Charruas, Guaranis und der übrigen wilden Völkerstämme Paraguay's und der östlichen Theile Südamerika's durch die Sparsamkeit ihrer monatlichen Reinigung und die Seltenheit ihrer Wiederkehr aus. Nach Linné menstruiren in Lappland manche Frauen nur während des Sommers, andere selbst nur einmal im Jahre. Während der Schwangerschaft hört in der Regel die Menstruation auf, bisweilen jedoch dauert sie fort, obwohl kaum je über den siebenten Monat hinaus. Carus[2]) führt mehre derartige Beispiele an. Bei zwei Schwangeren erschien die Menstruation noch zweimal, bei zwei anderen dreimal, bei einer fünfmal und bei einer in fünf auf einander folgenden Schwangerschaften sechsmal wieder. Nach Rainer's Bericht hatten unter 285 vom 1sten Mai 1824 bis zum 1sten Mai 1826 im Institute zu Landshut Entbundenen eine noch zwei und vier andere noch fünf Monate während ihrer Schwangerschaft menstruirt. Bei Graviditas extrauterina kehrt die Menstruation bisweilen nach ein- oder mehrmonatlichem Ausbleiben wieder. Ungleich seltener sind diejenigen Fälle, wo die Menstruation, d. h. der Menstrualfluß, nur während der Schwangerschaft sich zeigt, wie solche von Busch (bei geringer geschlechtlicher Entwicklung), Baudelocque, Stein, von Siebold, Maygrier, Dewees u. A. beobachtet sind. Während des Säugungsgeschäftes bleibt die Menstruation in der Mehrzahl der Fälle aus, doch finden hier noch häufigere Ausnahmen als bei der Schwangerschaft Statt.

Ueber die Bedeutung und das Wesen der Menstruation sind sehr verschiedene Ansichten aufgestellt. Die älteren derselben fassen vorzugsweise die Blutung in's Auge, und suchen die Ursache bald in einer allgemeinen oder örtlichen Plethora, die sie auf verschiedene Weise entstehen lassen (Aristoteles, Roussel, Carus, Simson, Astruc, Lobstein, Haller, Moscati u. A.), bald in einer Gährung oder Entmischung des

[1]) Dict. de méd. [2]) Jahresbericht 1825.

Blutes, die eine periodische Reinigung nothwendig mache (Paracelsus, de Graaf, Testa, u. A.). Sie lassen dabei die so deutlich in die Augen springende Beziehung zu den Geschlechtsfunctionen fast ganz außer Acht. Die Mehrzahl der neueren Autoren stellt diese jedoch mit Recht in den Vordergrund und betrachtet, indem sie die überwiegende Wichtigkeit der Molimina menstrualia anerkennt, die Blutung als eine secundäre, zum Theil als eine zufällige, ja selbst als eine pathologische Erscheinung. Fast alle stimmen darin überein, daß sie die Menstruation als einen Gegensatz zur thierischen Brunst hinstellen, sowohl in Bezug auf die Steigerung des Geschlechtstriebes, als auf die Fähigkeit zur Conception. Sie erkennen ihr keinen unmittelbaren Einfluß auf die Empfängniß zu, glauben vielmehr, daß beim menschlichen Weibe die Bedingungen derselben ununterbrochen vorhanden seien und sehen in der Menstruation nur eine periodische Aeußerung der continuirlich wirkenden Zeugungskraft als Ersatz und Stellvertretung der mangelnden Conception (Burdach, Ritgen, Joh. Müller, Busch, Remak u. A.). Dagegen hat schon Naegele[1]) in der Menstruation eine solche directe Beziehung zur Empfängniß richtig erkannt und sie in dieser Beziehung der Brunst der Thiere gleichgestellt. Er sagt, die ununterbrochene Conceptionsfähigkeit des menschlichen Weibes sei nur scheinbar. Sowie das Weib mit dem ersten Eintritte ihrer Reinigung beginne, zeugungsfähig zu werden, so kehre dieses Vermögen mit jeder wiederkehrenden Menstruation zurück. Unmittelbar nach jeder Menstruation empfange das Weib am leichtesten, dies Vermögen nehme dann in dem Maße ab, wie es sich von der Periode entferne, höre bei Annäherung der nächsten auf und kehre dann mit dieser wieder. Die Menstruation, d. h. die Vorboten der Blutung, seien sonach als der Proceß anzusehen, durch den das Weib von Neuem wieder fähig werde, zu empfangen, durch den das erschöpfte Conceptionsvermögen wieder erneuert werde, und die Blutausleerung selbst sei gleichsam bloß als die Krise jenes Processes anzusehen, als ein Zeichen, daß die Natur mit ihrem Geschäfte zu Stande gekommen sei. Die Untersuchungen der neuesten Zeit haben nun sowohl die Analogie zwischen der Menstruation des menschlichen Weibes und der Brunst der Thiere immer deutlicher herausgestellt, als namentlich über die inneren Vorgänge bei beiden, auf denen die stete Erneuerung der Empfängnißfähigkeit beruht, Licht verbreitet.

Die Brunst der Thiere ist an bestimmte Zeiten des Jahres geknüpft. Bei weitem für die Mehrzahl fällt die Brunstzeit in das Frühjahr, so namentlich für die winterschlafenden Thiere, die Zugvögel, die Nager; geringer ist die Zahl der im Sommer brünstigen Thiere; im Herbste tritt die Brunst bei den meisten Insecten, und unter den Säugethieren besonders bei den Wiederkäuern ein; im Winter sind vorzugsweise die Raubthiere brünstig. Die Dauer der Brunst ist verschieden, sie hält beim Schafe 1, bei Kühen und Stuten 2 bis 4, bei Hündinnen 9 bis 10 Tage an. In der Regel, d. h. wenn die Thiere in der Freiheit leben, kommt es während jeder Brunst zur Begattung und Befruchtung: das befruchtete Thier wird alsdann nicht eher wieder brünstig, als bis es geworfen hat, mit Ausnahme der zahmen Sau und einiger anderen Thiere im gezähmten Zustande. Fand während der Brunst keine Befruchtung Statt, so kehrt dieselbe bei vielen Säugethieren in regelmäßigen Zwischenräumen wieder. Schafe werden vom September bis zu Ende des Decembers alle 14 Tage wieder auf

[1]) Erfahrungen und Abhandlungen u. s. w. Mannheim, 1812.

24 Stunden brünstig; Schweine alle 15 bis 18 Tage, Kühe alle 4 Wochen (nach Numann alle 19 bis 20 Tage), desgleichen die Pferde, Büffel, Zebra's und Affen. Im Allgemeinen stellt sich die Brunst bei gezähmten und mit den Menschen befreundeten Thieren häufiger ein, wahrscheinlich in Folge der reichlicheren Nahrung und der geselligen Vereinigung.

Die zunächst und am meisten in die Augen fallende Erscheinung bei der Brunst der Thiere, die deßhalb von jeher vorzugsweise die Aufmerksamkeit auf sich lenkte, ist der aufgeregte Geschlechtstrieb, der im naturgemäßen Zustande nur zu dieser Zeit sich äußert. Doch zeigt sich derselbe nicht gleich im Anfange der Brunst, vielmehr geht demselben ein Zustand von Kränklichkeit vorher, während dessen das Thier trotz der Anschwellung der Vulva die Begattung durchaus nicht zuläßt. Erst wenn die die Brunst begleitenden Phänomene bis zu einer gewissen Stufe entwickelt sind, sucht es die Begattung. Die Hündin überläßt sich nach Buffon dem noch so zudringlichen Hunde erst 6 bis 7 Tage nach dem Eintritte der Brunst. Nach Brugnone[1]) zeigen die Stuten und Kühe beim Beginne der Brunst eine besondere Trägheit und Müdigkeit, und eine Steifigkeit in den Hinterbeinen. Das Gesänge schwillt an, wird empfindlich und nicht selten sickert etwas Feuchtigkeit aus. Streicht man ihnen mit der Hand oder (bei Stuten) mit der Bürste über das Rückgrath und das Kreuz herunter, so äußern sie beim Berühren der letzteren Stelle Schmerz (Spinalirritation). Die Augen sind trübe, die Stimme ist verändert, sie fressen weniger, harnen oft und der Urin ist dicker, als sonst. Die Stuten namentlich werden während der Brunst mager und sind schwach. Diese Symptome bilden ein Analogon der Molimina menstrualia beim menschlichen Weibe.

Ein Blutabgang während der Brunst, entsprechend dem Menstrualflusse, scheint nicht bei allen Thieren und nicht constant vorzukommen, obwohl eine sorgfältige Beobachtung in ihm wahrscheinlich eine häufigere und regelmäßigere Erscheinung erkennen wird, als man bisher geglaubt hat. Schon Aristoteles[2]) behauptet, daß die lebendig gebärenden Thiere die monatliche Reinigung mit dem Weibe gemein hätten, daß der Blutabgang jedoch nicht so reichlich, als bei diesem, und daß das Ausbleiben desselben bei Stuten und Kühen ein Zeichen der Trächtigkeit sei. Plinius[3]) dagegen schreibt allein dem menschlichen Weibe einen monatlichen Blutabgang zu. Andere Schriftsteller erwähnen seiner außer den genannten Thieren auch beim Affen, beim Hirsche, beim Hunde, beim Wallfische und selbst bei einigen Fischen, namentlich dem Rochen, der Schleihe und der Barbe[4]). Haller selbst bezweifelt diese Angaben. Blumenbach sagt ausdrücklich, er habe viele Jahre nach einander weibliche Affen gerade von den Arten, von welchen man dieses erzählt, nämlich den gewöhnlichen Waldaffen (Simia sylvanus), die Meerkatze (Simia cynomolgus), den Mandrill (Cynocephalus Maimon) untersucht und gefunden, daß die erwähnten Monatsperioden bei manchen gar nicht vorhanden waren, während sie bei anderen Affen und zwar von derselben Art in einer geringen unbestimmten und hauptsächlich an keine feste Zeit gebundenen Blutausleerung aus der Gebärmutter bestanden. Dagegen beobach-

---

[1]) Von der Zucht der Pferde, Esel und Maulthiere. Aus dem Italienischen von Fechner. Prag, 1790.

[2]) Hist. anim. Lib. III. c. 18; Lib. III. c. 2.; Gener. anim. Lib. I. c. 30.

[3]) Hist. nat. Lib. VII. c. 15.

[4]) Vgl. Haller, Elem. physiol. Tom. VII., pars 2. pag. 137.

tete Cuvier[1]) bei mehren Affenarten, nämlich Simia Maimon, einem schwarzen Pavian vom Cap der guten Hoffnung, mehren Subjecten des Simia Inuus, des Simia Faunus, des Simia nemestrina, und verschiedenen Makis, zur Zeit der Brunst einen Blutabgang aus den Geschlechtstheilen, der in regelmäßigen Zwischenräumen von 20 bis 30 Tagen wiederkehrte. Cuvier schreibt die Gleichmäßigkeit dieser Erscheinungen der gehörigen Fütterung in zweckmäßigen Wohnungen und bei einer gemäßigten Temperatur zu, während bei den Affen, mit welchen man herumreise, der Wechsel der Temperatur, die Einsperrung in enge Kammern und das Einerlei der Nahrung mancherlei Störungen bedinge. Indessen zeigte sich auch bei ihnen, sobald sie nur vollkommen gesund und etwas zahm waren, der Zeugungstrieb wirksam Außer bei den Affen nahm Cuvier auch bei anderen Thieren während der Brunstzeit einen monatlichen Blutfluß aus den Geschlechtstheilen wahr, und zwar bei der Viverra genetta und bei dem gewöhnlichen zahmen Schweine, obwohl bei diesen nicht so unveränderlich und regelmäßig, als bei den Affen. Eines Blutabganges während der Brunst bei der gewöhnlichen Kuh erwähnt er nicht, wohl aber sah er bei einer Büffelkuh, welche von dem männlichen Büffel entfernt war, die Zeichen der Brunst und eine deutliche Menstruation jeden Monat zurückkehren. Meckel[2]) beobachtete bei einer Simia sabaea eine regelmäßige, monatlich wiederkehrende und einige Tage dauernde reichliche Menstruation, das Blut roch äußerst übel, weit übler, als das menschliche unter derselben Bedingung. Er glaubt, daß dies mit dem üblen Geruche zusammenhänge, den die Haut des Thieres verbreitet. Auch Ehrenberg[3]) erwähnt eines monatlichen Blutflusses beim weiblichen Affen (dem Cynocephalus der Aegypter), der vielen, vielleicht allen Affen gemein sei. Gurlt[4]) leugnet das Bestehen eines monatlich wiederkehrenden Blutflusses aus der Gebärmutter bei den Haussäugethieren ganz, und sagt, daß nur zuweilen ein periodischer Blutabgang aus den Geschlechtstheilen wahrgenommen werde, der aber nicht regelmäßig zurückkehre. Nach Kahleis[5]) dagegen menstruiren die Kühe regelmäßig. Kommen sie nicht zum Bullen, so dauert der Ausfluß neben den übrigen Erscheinungen der Brunst oft einige Tage lang fort. Anfangs ist das abgehende Blut von sehr dunkler Farbe, manchmal mit einem dicklichen weißen Schleime vermengt. Mit dem Abfluß eines dünneren halbdurchsichtigen Schleimes hört endlich der Blutfluß auf, und die Kuh verliert die Neigung zur Begattung, wenn sie auch dieses Mal nicht vom Bullen besprungen worden ist. Allein genau nach vier Wochen kehren dieselben Erscheinungen und in derselben Folge zurück und wiederholen sich, wenn der Bulle nie zugelassen wird, regelmäßig alle vier Wochen. Sehr interessant sind die neuesten Untersuchungen von Numann[6])

---

1) In den Annales des sciences d'histoire naturelle. Vol. IX. p. 118 — 130; Meckel, Archiv für die Physiologie, Bd. II. S. 521.

2) Archiv Bd. VIII. S. 436.

3) Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin a. d. J. 1833. Berlin, 1835.

4) Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere.

5) Meckel, Archiv für Physiologie, Bd. VIII. S. 434.

6) Ueber den periodischen Blutfluß aus den Geschlechtstheilen bei einigen Hausthieren und ganz besonders bei der Kuh; nebst Betrachtung dieser Erscheinung in Bezug auf die weibliche Menstruation. Tydschrift voor natuurlijke Geschiedenis en Physiologie, uitgegeven door J. van der Hoeven en W. H. de Vriese: IV. Deel. 3 en 4 Stuck. 1838. Deutsch in Froriep's Notizen. 1838. Sept. Nr. 150.

über diesen Gegenstand. Sie bestätigen vollkommen die Angaben von Kahleis über einen regelmäßigen Blutabgang bei den Kühen während der Brunst, setzen aber den gewöhnlichen Zeitraum seiner Wiederkehr auf 19 bis 20 Tage fest. Rumann sieht den Grund der geringen Bekanntschaft mit dieser Erscheinung theils in dem Mangel an Aufmerksamkeit, zumal auf Weideplätzen, theils darin, daß in der Regel alsbald Befruchtung stattfindet und nun Trächtigkeit und Milchabsonderung ununterbrochen auf einander folgen, so lange die Kuh für diesen Zweck benutzt wird. Während der Trächtigkeit kommt der Blutabgang nicht zum Vorscheine, ebenso wenig während des Milchgebens, obwohl hier bisweilen ausnahmsweise bei reichlicher Fütterung die folgende Brunst wieder mit Blutabfluß verbunden ist. Bei den so zu sagen gelt gewordenen und zum Fettwerden auf der Weide oder zur Mast bestimmten Kühen sieht man diesen Blutabgang, wenn sich bei ihnen auf's Neue die Brunst einstellt, noch mehrmals wiederkehren. Bis zu welchem Alter dieser Blutfluß fortdauert und ob er in späteren Jahren aufhört, darüber fehlt es Rumann an Erfahrung, obschon er das Letztere für sehr wahrscheinlich hält. Der Blutabgang erscheint nicht sogleich bei den ersten Zeichen der Brunst, sondern durchgängig erst nach 2 bis 3 Tagen, wo der Geschlechtstrieb seine stärkste Wirkung erreicht. Man nimmt deßhalb mehrmals den Ausfluß erst wahr, nachdem die Kuh bereits besprungen ist. Er findet nicht anhaltend Statt, sondern es werden in Zwischenräumen gewisse Quantitäten auf einmal ausgeworfen, welche je nach der Fütterung und Vollblütigkeit des Thieres verschieden sind. Dieses hat wahrscheinlich darin seinen Grund, daß das Blut in der weiten Scheide einige Zeit verweilt und sich bis zu einer gewissen Quantität ansammelt, bevor dieser Theil zur Zusammenziehung und Ausstoßung angeregt wird. Selten betragen diese Quantitäten, nach dem Augenmaße berechnet, mehr als 1 bis 2 Medicinalunzen, eher etwas weniger. Das abgegangene Blut besitzt eine sehr rothe und helle Farbe und ist entweder mit etwas Schleim vermischt, welcher bei dem brünstigen Thiere zugleich aus den Geschlechtstheilen ausgesondert wird, und zugleich etwas geronnen, oder es ist rein, unvermischt und flüssig. Der Blutabgang dauert meistens nur einen, zwei oder drei Tage mit beständiger Verminderung. Bei den anderen gewöhnlichen Haussäugethieren hat Rumann einen solchen Blutabgang nicht bemerkt. Bei der brünstigen Stute geht nach ihm nur eine schleimartige Substanz aus den etwas geschwollenen Theilen ab, ebenso beim Schafe und beim Schweine.

Bei den brünstigen Thieren schwellen die äußeren Geschlechtstheile an, was bei den menstruirenden Frauen nicht der Fall ist. Burdach [1]), der vorzugsweise den Gegensatz zwischen Menstruation und Brunst festzuhalten bemüht ist, hebt dies als einen der wesentlichsten Unterschiede zwischen beiden hervor. Dort zeige sich erhöhte Thätigkeit besonders in den inneren Sexualorganen, während hier nur in der Scheide und besonders im Vorhofe eine blutig-schleimige Absonderung stattfinde, die mehr auf Begattung, als auf Schwangerschaft und Gebären Bezug habe. Die Untersuchungen von Rumann (a. a. O.) bei Kühen widerlegen direct diese Ansicht. Er spricht sich darüber folgendermaßen aus: »Bei der unverzüglichen Section einer brünstigen Kuh mit Blutausfluß aus den Schamtheilen wurde die gewöhnliche gereizte Beschaffenheit der inneren (äußeren?) Geschlechtstheile und die Röthe der Schleimhaut der Scheide wahrgenommen. Doch zeigten sich keine Spu-

[1]) Die Physiologie ꝛc. Bd. I.

ren von Blut, als aus der Oberfläche derselben hervorgedrungen. Es waren zwar einzelne längliche, lockere Klümpchen geronnenen Blutes im Raume der Scheide vorhanden, oder saßen an der Schleimhaut fest, trugen jedoch die Kennzeichen an sich, daß sie aus einem höher gelegenen Orte herrührten. Nachdem die Klümpchen von der Oberfläche weggenommen waren, fand man auf dieser keine Spur, daß sie hier durchgesickert wären, oder sich ergossen hätten. Als aber die Gebärmutter selbst geöffnet wurde, sah man die ganze Oberfläche dieses Theiles bis in die äußersten Enden der Hörner mit rothen Blute bedeckt, während sich zugleich ergossenes und geronnenes Blut in der Körperhöhlung des Tragsackes befand. Dieses Blut schien ausschließlich aus den sogenannten Gebärmutterwärzchen (Carunculae) auszuschwitzen, indem die Erhabenheiten, welche durch eine Vervielfältigung oder Anhäufung von Blutgefäßen entstehen und sich an der Oberfläche dieses Theiles bemerkbar machten, bereits für die Befruchtung von der Größe einer Erbse oder Bohne und zu 60 und mehr vorhanden waren. Sie breiten sich vom Körper des Tragsackes bis in die Hörner aus, erfahren während der Schwangerschaft eine ansehnliche Vergrößerung und bleiben später bei den Kühen, welche gekalbt haben, stets als eine Art platter Narbe (?) (likteekens) erkennbar, so daß man sie deutlich von der übrigen glatten und ebenen Oberfläche unterscheiden kann. Diese Wärzchen dienen zur Anheftung der Mutterkuchen der Gefäßhaut (Cotyledones), wodurch der Zusammenhang und die Communication der Frucht mit der Mutter bewerkstelligt wird [1]). Auf einigen Ueberbleibseln dieser Wärzchen — es hatte die Kuh, die zum Versuche diente, bereits mehrmals gekalbt — heftete sich bei der Oeffnung der Höhle durch den Zutritt der Luft das Blut wie geronnen fest, während nach Beseitigung desselben noch auf's Neue eine Durchsickerung erfolgte. Ja, wenn die Oeffnung des Körpers unmittelbar geschah, so daß man das Thier kaum für todt halten konnte, so waren die Gefäße des Tragsackes noch nicht ganz entleert und es hatte der Umlauf des Blutes in diesem Theile, wie es schien, noch nicht vollkommen aufgehört. Einige Wärzchen blieben wie durch eine wirkliche Congestion noch mehr als gewöhnlich gereizt und erhoben sich über die übrige Oberfläche.«

Schon diese Beobachtung weiset unwiderleglich auf einen Antheil der inneren Sexualorgane an den Erscheinungen der Brunst hin. Die vorwiegende Wichtigkeit der Ovarien in der ganzen geschlechtlichen Entwicklung mußte um so mehr auf diese den Blick lenken, als es sich nach den überall in der Natur befolgten Gesetzen der Zweckmäßigkeit erwarten ließ, daß der periodische Trieb zur Begattung bei den Thieren mit inneren auf eine Befruchtung abzweckenden Vorgängen verbunden sei. Nach mancherlei Vorarbeiten und Andeutungen, die namentlich durch Négrier, Gendrin, Raciborsky, Duvernay, Pouchet u. A. zum Theil unabhängig von einander gegeben wurden, gelang es endlich Bischoff [2]), die auf die Befruchtung bezüglichen Veränderungen, die bei der Brunst in den Ovarien vor sich gehen, vollständig in's Licht zu setzen und zugleich die ganze Bedeutung dieser Thatsachen für die Menstruation des menschlichen Weibes zu würdigen. Es war bekannt, daß bei den Wirbellosen, den Fischen, Amphibien und Vögeln die Bildung und Reifung der Eier in den Ovarien durchaus unab-

---

[1]) Vgl. A. Burkhard, Observationes anatomicae de Uteri Vaccini fabrica; accedunt tabulae duae lithographicae. Basiliae, 1834.
[2]) Beweis u. s. w. Gießen, 1844.

hängig von der Einwirkung des männlichen Samens vor sich gehe, daß zwar in der Regel beide durch absolut oder relativ äußere Verhältnisse in Berührung gebracht würden, daß aber auch, wo dies nicht der Fall sei, nichts desto weniger die reifen Eier aus innerer Nothwendigkeit selbstständig vom Eierstocke sich lös'ten und ausgestoßen würden. Bischoff hat nun die Gültigkeit dieses Gesetzes auch für die Säugethiere dargethan, er hat bewiesen, daß auch bei ihnen, unabhängig von der Einwirkung des männlichen Samens die Eier in den Ovarien einer periodischen Reifung unterliegen, daß zur Zeit der Brunst, wo allein bei dem weiblichen Thiere der Geschlechtstrieb sich äußert, die reifen Eier von dem Eierstocke sich lösen, ausgestoßen, und wenn jetzt noch Begattung stattfindet, durch den männlichen Samen befruchtet werden, wo nicht, unentwickelt im Eileiter zu Grunde gehen. Zunächst wurde er durch die Wiederholung der älteren Versuche von Haighton [1]), Blundell [2]) u. A. auf dieses Gesetz geführt. Er fand nämlich bei Thieren (Kaninchen und Hunden), denen er einen oder beide Eileiter oder Uteri exstirpirt hatte, zur Zeit der Brunst, zwar nach stattgehabter Begattung, aber auch auf derjenigen Seite, wo die Fortleitung des Samens zum Eierstocke gehindert war, ein oder mehre Graaf'sche Bläschen angeschwollen und in ihrem Innern Eier mit allen Erscheinungen der Reife zum Austritt; bei anderen waren die Follikel bereits geplatzt und die Eier ausgetreten, es zeigten sich frische Corpora lutea, die Austrittsöffnungen waren häufig schon geschlossen, die Eier im Eileiter entweder schon zu Grunde gegangen und aufgelöst, oder (bei einem Kaninchen) mit Spuren der begonnenen Entwicklung in der Rückbildung begriffen, der Discus proligerus war verschwunden und statt dessen eine geringe Schicht Eiweiß um die Zona gebildet, diese war etwas angeschwollen, der Dotter füllte sie nicht aus und zeigte deutlich Spuren der Resorption, er war unregelmäßig, sehr blaß, körnig und klein. Allein die ferneren Versuche Bischoff's weisen die gänzliche Unabhängigkeit der Reifung und Lösung der Eier von der Einwirkung des männlichen Samens noch entschiedener nach, indem er sie constant bei brünstigen Thieren beobachtete, auch wenn gar keine Begattung stattgefunden hatte. Ich setze einen der schlagendsten Fälle hierher. Einer brünstigen Hündin, die aber von der Begattung zurückgehalten war, schnitt Bischoff am fünften Tage nach Eintritt der Brunst den linken Eierstock und Eileiter aus, und schloß die Wunde durch die Naht. Vier Graaf'sche Follikel waren sehr angeschwollen und hatten einen Durchmesser von 2 bis 2½ P. L., waren aber noch nicht geöffnet. Die innere Fläche derselben war bereits mit zarten Granulationen, den Anfängen der den gelben Körper bildenden Masse besetzt, die sich aus den Zellen der Membrana granulosa entwickelt zu haben schienen. Die Eier waren noch nicht völlig reif zum Austritte, denn die Graaf'schen Bläschen waren noch nicht sehr verdünnt und die Zellen des Discus noch nicht in Fasern ausgezogen. Der Dotter füllte in allen das Innere der Zona vollkommen aus, ein Keimbläschen war mit Bestimmtheit nicht mehr zu entdecken. Erst fünf Tage später wurde die Hündin getödtet. Am Eierstocke waren vier Follikel geöffnet und es hatten sich gelbe Körper gebildet. Die ausgetretenen Eier fanden sich im Eileiter 3 P. Z. von dem Ostium abdominale dicht bei einander. Alle hatten noch ihren Discus um die Zona, doch war es deutlich, daß diese Zellen nicht mehr ihr volles normales Ansehen besaßen, sondern

1) Reil's Archiv. III. S. 46.
2) Med. chirurg. transact. Vol. X. Meckel's Archiv V. S. 422.

bereits sich aufzulösen angefangen hatten. Die Größe der Eier hatte etwas zugenommen, der Dotter dagegen schien sich eher etwas condensirt zu haben, und füllte die Zona nicht mehr ganz aus; von Theilung zeigte sich in ihm keine Spur. Aehnliche Beobachtungen, mehr oder weniger entscheidend, machte Bischoff noch an Schafen, Schweinen, Kaninchen und an einer Ratte.

Aus diesen schönen Beobachtungen ergiebt sich nun zur Evidenz, daß bei der Brunst der Thiere der Hauptsitz der Thätigkeit und das bestimmende Moment für die übrigen Erscheinungen in den Ovarien liegt, daß zur Zeit derselben eine Anzahl Graaf'scher Bläschen anschwillt, platzt und die gereiften Eier austreten läßt, daß diese alsdann von den Tuben, die wahrscheinlich, wenigstens zum Theil, in Folge größerer Turgescenz, mit ihren Fimbrien dichter an dem Eierstocke anliegen, aufgenommen und weiter bewegt werden, und sich, falls sie befruchtet wurden, ihrer Bestimmung gemäß entwickeln, wo nicht, unbefruchtet und unentwickelt zu Grunde gehen. Von der gesteigerten Erregung in den Ovarien aus entsteht durch Reflex der bei manchen Thieren beobachtete Zustand von Kränklichkeit im Anfange der Brunst, ebenso muß daher geleitet werden das Erwachen des Geschlechtstriebes und die Verbreitung der Turgescenz auf den Uterus, die Scheide und die äußeren Genitalien, die sich durch eine vermehrte Schleimabsonderung und, wenigstens bei vielen Säugethieren, durch einen Blutabgang kund giebt; die Vorgänge in den Ovarien endlich, die Reifung, Lösung und Ausstoßung der Eier, enthalten den alleinigen Grund, weßhalb nur zur Zeit der Brunst die Begattung fruchtbar ist. Das Zeitverhältniß aller der genannten Erscheinungen unter einander ist jedoch noch nicht mit hinreichender Genauigkeit festgestellt, es ist wahrscheinlich bei verschiedenen Thieren verschieden, vielleicht selbst bei Subjecten einer und derselben Species nicht immer gleich. Bei Hündinnen, die sich in dieser Beziehung am genauesten beobachten lassen, scheint, wie sich aus Bischoff's Versuchen ergiebt, der Geschlechtstrieb zu Anfange der Brunst noch nicht gesteigert, bisweilen zeigt sich eine vorübergehende Traurigkeit und Mangel an Freßlust, die Vulva ist angeschwollen und sondert einen blutigen Schleim ab, dennoch gestatten sie den nachsetzenden Hunden die Begattung nicht. Erst am vierten bis siebenten Tage pflegen sie sich belegen zu lassen. Alsdann sind die Eier in der Regel noch nicht ausgetreten. Bischoff fand in einem Falle sogar 2 Tage später die Follikel noch geschlossen, in einem andern dagegen am Tage der ersten Belegung und am siebenten der Brunst die Eier schon gegen 2″ im Eileiter vorgerückt. Nach der ersten Belegung lassen sich die Hündinnen gewöhnlich noch 7 bis 8 Tage belegen. Um diese Zeit sind die Eier meistens im unteren Drittheile des Eileiters angelangt, bis wohin sie noch befruchtungsfähig sind. Denn hier beginnt im Falle der Befruchtung die Theilung des Dotters, und hier lösen, wenn jene verhindert ist, die Eier sich auf und gehen unentwickelt zu Grunde. Bei Kaninchen läßt sich der Anfang der Brunst nicht so bestimmt ermitteln, die Grenze der Befruchtungsfähigkeit ist aber bei ihnen jedenfalls kürzer, als bei Hündinnen, denn die Dottertheilung beginnt bei ihnen höher oben, und man findet constant schon im oberen Drittheile des Eileiters Spermatozoiden auf den Eiern, während dies bei Hündinnen seltener und constant erst im unteren Drittheile der Fall ist. Bei einem Schafe, dessen Brunst überhaupt nur 24 Stunden dauert, fand Bischoff nach Verlauf derselben das Ei im Eileiter schon 5 Pariser L. vom Eingange entfernt. Bei einer Sau waren 48 Stunden nach Eintritt der Brunst die Graaf'schen

Follikel noch geschlossen, bei einer andern am 5ten Tage der Brunst, wo die Erscheinungen derselben bereits nachzulassen anfingen, die Eier schon im unteren Theile des Eileiters, 2 bis 4'' vom Ostium uterinum entfernt.

Wenn es also als ein gemeinsames Gesetz durch alle Thierclassen hindurchgilt, daß die Eier in den Ovarien unabhängig von der Einwirkung des männlichen Samens und der Begattung einer periodischen Reifung, Ablösung und Ausstoßung unterliegen, so berechtigt uns nichts, den Menschen außerhalb dieses Gesetzes stehend zu wähnen, vielmehr findet bei ihm durchaus das Gleiche Statt und die Menstruation hat in dieser Beziehung dieselbe Bedeutung, wie die thierische Brunst.

Daß der Impuls zur Menstruation von den Ovarien ausgeht, ist eine längst bekannte Erfahrung. Bei weiblichen Castraten zeigt sich nach Robert weder die Menstrualblutung, noch eine andere an deren Stelle; ebenso erlischt der Geschlechtstrieb. Pott[1]) erzählt einen Fall von einem 23jährigen Mädchen, die zwei Leistenbrüche hatte, in denen die Ovarien lagen. Außerdem war sie vollkommen gesund, hatte starke Brüste und war regelmäßig menstruirt. Eine Reposition der Ovarien war nicht möglich. Da aber die Unbequemlichkeiten, die sie bei jeder Bewegung durch Druck und Zerrung derselben erlitt, sie hinderten, ihr Brot sich zu verdienen, so drang sie auf die Exstirpation derselben, die denn auch ausgeführt wurde. Sie genas vollkommen, allein sie wurde nun mager, ihre großen Brüste schwanden und die Menstruation kehrte nie zurück. Dagegen stellten sich bei einem anderen Mädchen, dem der Uterus fehlte, wo aber wahrscheinlich die Ovarien gesund waren, in regelmäßigen Zwischenräumen Molimina menstrualia, jedoch ohne Blutung, ein [2]).

Daß aber die Vorgänge in den Ovarien während der Menstruation durchaus denen während der Brunst der Thiere entsprechen, darüber kann kaum ein Zweifel stattfinden, obwohl der empirische Beweis noch nicht in so stringenter Weise, wie bei den Thieren, geführt ist. Schon die älteren Beobachter, als Valisneri, Santorini, Roederer, Haighton, Home, Brugnone, Cruikshank, Meckel, Blundell u. A., hatten nicht selten Corpora lutea in den Ovarien nicht schwangerer Frauen und Jungfrauen gefunden. Die neueren Untersuchungen von R. Lee, Paterson, William Jones, Négrier, Gendrin, Raciborsky und Pouchet erheben es zur Evidenz, daß bei der Menstruation der Eierstock in einen Zustand erhöhter Turgescenz geräth, ein Graaf'sches Bläschen bedeutend anschwillt, platzt und ein gelber Körper sich bildet [3]). Gendrin [4]) fand in den Leichen von unberührten und während der Menstruation verstorbenen Frauenzimmern ein Graaf'sches Bläschen zerrissen, die Einrisse fluctuirten unter Wasser, das Bläschen war leer, seine Wände mit Blut geröthet, die entsprechende Tuba enthielt blutigen Schleim, besonders am gefranzten Ende, das in einem Falle noch das Ovarium umschloß; auch die innere Fläche des Uterus war mit blutigem Schleime überzogen. Argenti [5]) fand im Leichname eines wenige Tage nach der Menstruation verstorbenen Frauenzimmers ein Graaf'sches Bläschen größer als eine Erbse, mit Blut gefüllt, kreuzförmig eingerissen und den Einriß mit einem durchsichtigen Häutchen geschlossen. Die

[1]) Chirurg. Werke. Berlin, 1787. Bd. II. S. 530.
[2]) American journal. Mai 1840. Schmidt, Jahrbücher. 1840.
[3]) Vergl. Bischoff a. a. O.
[4]) Argenti, über die unmittelbaren Ursachen der Menstruation. Omodei Ann. univ. di Med. Febrajo e Marzo. 1843. Schmidt, Jahrbücher, 1844
[5]) A. a. O.

Tuba, welche das Ovarium noch umschloß, enthielt blutigen Schleim, die entsprechende Seite der Uterinschleimhaut war geröthet. Rokitansky's [1]) menstruale Apoplexie der Follikel gehört ebenfalls hierher und wird mit Unrecht von ihm als eine pathologische Erscheinung angesehen. Bischoff hat vier hierher gehörige Beobachtungen gemacht, sämmtlich bei jungen, kräftigen Personen, deren drei im Wasser ihren Tod gefunden, die vierte sehr schnell gestorben war. Er fand bei allen die unzweifelhaften Erscheinungen der Menstruation und zugleich bei dreien ein geplatztes und mit geronnenem Blute gefülltes, bei der vierten ein enorm angeschwollenes, gegen 4 Par. Lin. im Durchmesser haltendes Graaf'sches Bläschen an dem Eierstocke. In einem Falle erfuhr er später auch noch bestimmt, daß die Menstruation eben vorhanden war, als die Person verunglückte. Ecker [2]) fand bei einer hingerichteten Person von 25 Jahren, bei welcher 12 Tage vor ihrem Tode die Menstruation vorhanden gewesen war, einen Graaf'schen Follikel geplatzt und mit einem frischen Blutcoagulum gefüllt, doch konnte er das ausgetretene Ei in der Tuba nicht finden. Wahrscheinlich war es schon aufgelöst, außerdem möchte, wie Bischoff bemerkt, das menschliche Ei bei seinem wenig dichten Dotter und den wenig scharfen Grenzen, welche seine Zona besitzt, zu den am schwierigsten in den Eileitern aufzufindenden gehören. Daß man nicht öfter bei der Section nicht schwangerer Frauen frische gelbe Körper gefunden hat, davon mag der Grund theils in einem Mangel an Aufmerksamkeit liegen, theils darin, daß die Menstruation, d. h. die Reifung der Eier u. s. w., meist durch die vorangegangene Krankheit gestört war, und daß man nur selten Gelegenheit hat, nach plötzlichen Todesfällen und noch seltener gerade während der Menstruationszeit Untersuchungen anzustellen. Vielleicht bilden sich auch öfter die angeschwollenen Bläschen, ehe es zur Eröffnung kam, wieder zurück, wie dies Bischoff und Barry bei Thieren nicht selten beobachtet haben. Fast immer aber findet man bei der Section Narben und zwar in großer Anzahl an den Ovarien.

Mit der typischen Reifung, Ablösung und Aussonderung der Eier während der Menstruation ist, wie bei der Brunst der Thiere, eine Steigerung des Geschlechtstriebes verknüpft, in ihr liegt ferner der Grund, daß, wie das weibliche Thier nur zur Zeit der Brunst, so wahrscheinlich das menschliche Weib nur um die Zeit der Menstruation befruchtungsfähig ist. Hinsichtlich des ersten Punktes muß man die Schwierigkeit seiner Ermittelung zugestehen. Doch vereinigt sich die Mehrzahl der Beobachter in dem Ausspruche, daß auch beim menschlichen Weibe mit dem Ablaufe der Menstruation ein Gefühl erhöhten Wohlseins und damit ein vermehrter Geschlechtstrieb sich einzustellen pflege. Was aber den zweiten Punkt betrifft, daß nämlich die Conceptionsfähigkeit auf die Zeit der Menstruation beschränkt sei, so liegen eine Menge Thatsachen und Aussprüche aus älterer und neuerer Zeit vor, welche dessen Richtigkeit darthun. Schon Naegele u. A. wurden dadurch bestimmt, in der Menstruation eine periodische Herstellung des Conceptionsvermögens zu erblicken, wenn gleich ihnen die inneren Vorgänge, auf denen diese Herstellung beruht, unbekannt blieben. Naegele hat eine Menge von Beweissprüchen und Thatsachen für seine Ansicht zusammengestellt, von denen ich hier einige der hauptsächlichsten anführen will. Hippokrates hält das Weib für am fähigsten zu empfangen gleich nach der Menstruation, in geringerem Grade auch während der Reinigung. »Quare si illo sanguine vacuata mulier fuerit,

---

[1]) A. a. O. Bd. III. [2]) Bischoff a. a. O.

concipit, si vero is redundavit, minime. Uteris enim et venis sanguine vacuis mulieres foetus concipiunt. Hae namque post menstruam purgationem ob jam dictas causas utero concipiunt [1].« Plinius [2]) sagt: »Incipiente autem hoc statu (purgatione menstrua) aut desinente, conceptus facillime traduntur;« und Galenus [3]): »Id vero (conceptus) potissimum fit, quum menstrua novissime cessarunt, quo maxime tempore uteri semen concipiunt.« — Schurig [4]): »Menstruationis occassione monendum adhuc est, juxta varios autores ipsamque experientiam, feminas plerumque circa tempus mestruationis vel potius cessante mensium fluxu facilius quam alio tempore foecundum coitum pati atque concipere.« — J. Storch, alias Pelasgus [5]) hält für die geeignetste Zeit zum Beischlafe die ersten Tage nach der Menstruation, jedoch glaubt er, daß das Weib auch kurz vor, während und besonders gegen das Ende des monatlichen Blutabganges empfangen könne. Er erzählt einen Fall, wo er durch Ertheilung des Rathes zur Begattung in Declinatione mensium bewirkt habe, daß eine längere Zeit kinderlose Ehe fruchtbar geworden sei. — »Hoc arcano dicitur Fernelius sterilitatem Catharinae Mediceae vicisse«, Venette p. 43 [6]). Auch Naegele u. A. hatten Gelegenheit, ähnliche Erfahrungen zu machen, und ich selbst habe es ebenfalls beobachtet. — Mauriceau [7]): »Les femmes conçoivent plus facilement dans les cinq ou six premiers jours, qui suivent l'évacuation de leurs menstrues, qu'en tout autre tems.« — Boerhave [8]): »Feminae semper concipiunt post ultima menstrua et vix ullo alio tempore.« »Feminae plerumque post finem mensium impraegnantur: id confirmant numerosa experimenta in Galliis capta; ex centum enim partubus omnino nonaginta et novem fiunt nono mense post menstrua ultima, numerando unam septimanam post menses ultimos, et ab ea epocha repetendo novem gestationis mensés. Tunc enim uterus repurgatus et vacuus est et exhausta plethora etc. [9]).« — Manche Frauen scheinen selbst nur während des Menstrualflusses empfangen zu können. Aristoteles [10]) sagt: »Nonnullae etiam dum profluunt menses, concipiunt, postea concipere nequeunt: quibus vulva statim a purgatione comprimitur.« Ambr. Paraeus [11]): »Sunt quaedam mulieres, quibus statim a mensium fluxu occluditur uteri orificium, adeo ut necesse habeant fluentibus mensibus cum viro congredi, si modo concipere velint.« — Die angeführten Aussprüche, deren Zahl sich noch bedeutend vermehren ließe, beweisen, daß man schon von Alters her durch die Erfahrung zu der Annahme gebracht wurde, daß zwischen der Menstruation und der Empfängnißfähigkeit ein gewisser Causalnexus bestehe, obwohl man die Gründe dieses Verhältnisses nicht kannte. Demgemäß wurde in der Praxis die besonders auch von Naegele empfohlene Berechnung der Schwangerschaftsdauer von 9 Monaten und 8 Tagen nach der letzten Menstruation fast allgemein als die richtigste befolgt. Daß die Beziehung der Menstruation zur Conceptionsfähigkeit nicht schon mit derselben Bestimmtheit und in derselben Allgemeinheit erkannt wurde, wie dies mit der Brunst der Thiere der Fall war, davon liegt der Grund darin,

---

1) De natura pueri. Cap. III. 2) Hist. natur. Sect. VII. lib. 18.
3) De semine. lib. I. 4) Syllepsilogia. Dresdae, 1731. p. 120.
5) Von den Krankheiten der Weiber. Gotha, 1748. Band III.
6) Haller in praelect. acad. Boerh. Tom. V. pars II. p. 239.
7) Aphorismes touchant la grossesse, l'accouchement etc. Paris 1694. Sect. VII. p. 74.
8) Praelect. acad. in propr. inst. ed. Haller. Tom. V. pars II. p. 238.
9) Ibid. p. 437. 10) Hist. anim. Lib. VII. cap. 2. 11) De hom. gener. liber.

Blutes, die eine periodische Reinigung nothwendig mache (Paracelsus, de Graaf, Testa, u. A.). Sie lassen dabei die so deutlich in die Augen springende Beziehung zu den Geschlechtsfunctionen fast ganz außer Acht. Die Mehrzahl der neueren Autoren stellt diese jedoch mit Recht in den Vordergrund und betrachtet, indem sie die überwiegende Wichtigkeit der Molimina menstrualia anerkennt, die Blutung als eine secundäre, zum Theil als eine zufällige, ja selbst als eine pathologische Erscheinung. Fast alle stimmen darin überein, daß sie die Menstruation als einen Gegensatz zur thierischen Brunst hinstellen, sowohl in Bezug auf die Steigerung des Geschlechtstriebes, als auf die Fähigkeit zur Conception. Sie erkennen ihr keinen unmittelbaren Einfluß auf die Empfängniß zu, glauben vielmehr, daß beim menschlichen Weibe die Bedingungen derselben ununterbrochen vorhanden seien und sehen in der Menstruation nur eine periodische Aeußerung der continuirlich wirkenden Zeugungskraft als Ersatz und Stellvertretung der mangelnden Conception (Burdach, Ritgen, Joh. Müller, Busch, Remak u. A.). Dagegen hat schon Naegele[1]) in der Menstruation eine solche directe Beziehung zur Empfängniß richtig erkannt und sie in dieser Beziehung der Brunst der Thiere gleichgestellt. Er sagt, die ununterbrochene Conceptionsfähigkeit des menschlichen Weibes sei nur scheinbar. Sowie das Weib mit dem ersten Eintritte ihrer Reinigung beginne, zeugungsfähig zu werden, so kehre dieses Vermögen mit jeder wiederkehrenden Menstruation zurück. Unmittelbar nach jeder Menstruation empfange das Weib am leichtesten, dies Vermögen nehme dann in dem Maße ab, wie es sich von der Periode entferne, höre bei Annäherung der nächsten auf und kehre dann mit dieser wieder. Die Menstruation, d. h. die Vorboten der Blutung, seien sonach als der Proceß anzusehen, durch den das Weib von Neuem wieder fähig werde, zu empfangen, durch den das erschöpfte Conceptionsvermögen wieder erneuert werde, und die Blutausleerung selbst sei gleichsam bloß als die Krise jenes Processes anzusehen, als ein Zeichen, daß die Natur mit ihrem Geschäfte zu Stande gekommen sei. Die Untersuchungen der neuesten Zeit haben nun sowohl die Analogie zwischen der Menstruation des menschlichen Weibes und der Brunst der Thiere immer deutlicher herausgestellt, als namentlich über die inneren Vorgänge bei beiden, auf denen die stete Erneuerung der Empfängnißfähigkeit beruht, Licht verbreitet.

Die Brunst der Thiere ist an bestimmte Zeiten des Jahres geknüpft. Bei weitem für die Mehrzahl fällt die Brunstzeit in das Frühjahr, so namentlich für die winterschlafenden Thiere, die Zugvögel, die Nager; geringer ist die Zahl der im Sommer brünstigen Thiere; im Herbste tritt die Brunst bei den meisten Insecten, und unter den Säugethieren besonders bei den Wiederkäuern ein; im Winter sind vorzugsweise die Raubthiere brünstig. Die Dauer der Brunst ist verschieden, sie hält beim Schafe 1, bei Kühen und Stuten 2 bis 4, bei Hündinnen 9 bis 10 Tage an. In der Regel, d. h. wenn die Thiere in der Freiheit leben, kommt es während jeder Brunst zur Begattung und Befruchtung; das befruchtete Thier wird alsdann nicht eher wieder brünstig, als bis es geworfen hat, mit Ausnahme der zahmen Sau und einiger anderen Thiere im gezähmten Zustande. Fand während der Brunst keine Befruchtung Statt, so kehrt dieselbe bei vielen Säugethieren in regelmäßigen Zwischenräumen wieder. Schafe werden vom September bis zu Ende des Decembers alle 14 Tage wieder auf

[1]) Erfahrungen und Abhandlungen u. s. w. Mannheim, 1812.

24 Stunden brünstig; Schweine alle 15 bis 18 Tage, Kühe alle 4 Wochen (nach Rumann alle 19 bis 20 Tage), desgleichen die Pferde, Büffel, Zebra's und Affen. Im Allgemeinen stellt sich die Brunst bei gezähmten und mit den Menschen befreundeten Thieren häufiger ein, wahrscheinlich in Folge der reichlicheren Nahrung und der geselligen Vereinigung.

Die zunächst und am meisten in die Augen fallende Erscheinung bei der Brunst der Thiere, die deßhalb von jeher vorzugsweise die Aufmerksamkeit auf sich lenkte, ist der aufgeregte Geschlechtstrieb, der im naturgemäßen Zustande nur zu dieser Zeit sich äußert. Doch zeigt sich derselbe nicht gleich im Anfange der Brunst, vielmehr geht demselben ein Zustand von Kränklichkeit vorher, während dessen das Thier trotz der Anschwellung der Vulva die Begattung durchaus nicht zuläßt. Erst wenn die die Brunst begleitenden Phänomene bis zu einer gewissen Stufe entwickelt sind, sucht es die Begattung. Die Hündin überläßt sich nach Buffon dem noch so zudringlichen Hunde erst 6 bis 7 Tage nach dem Eintritte der Brunst. Nach Brugnone[1]) zeigen die Stuten und Kühe beim Beginne der Brunst eine besondere Trägheit und Müdigkeit, und eine Steifigkeit in den Hinterbeinen. Das Gesänge schwillt an, wird empfindlich und nicht selten sickert etwas Feuchtigkeit aus. Streicht man ihnen mit der Hand oder (bei Stuten) mit der Bürste über das Rückgrath und das Kreuz herunter, so äußern sie beim Berühren der letzteren Stelle Schmerz (Spinalirritation). Die Augen sind trübe, die Stimme ist verändert, sie fressen weniger, harnen oft und der Urin ist dicker, als sonst. Die Stuten namentlich werden während der Brunst mager und sind schwach. Diese Symptome bilden ein Analogon der Molimina menstrualia beim menschlichen Weibe.

Ein Blutabgang während der Brunst, entsprechend dem Menstrualflusse, scheint nicht bei allen Thieren und nicht constant vorzukommen, obwohl eine sorgfältige Beobachtung in ihm wahrscheinlich eine häufigere und regelmäßigere Erscheinung erkennen wird, als man bisher geglaubt hat. Schon Aristoteles[2]) behauptet, daß die lebendig gebärenden Thiere die monatliche Reinigung mit dem Weibe gemein hätten, daß der Blutabgang jedoch nicht so reichlich, als bei diesem, und daß das Ausbleiben desselben bei Stuten und Kühen ein Zeichen der Trächtigkeit sei. Plinius[3]) dagegen schreibt allein dem menschlichen Weibe einen monatlichen Blutabgang zu. Andere Schriftsteller erwähnen seiner außer den genannten Thieren auch beim Affen, beim Hirsche, beim Hunde, beim Wallfische und selbst bei einigen Fischen, namentlich dem Rochen, der Schleihe und der Barbe[4]). Haller selbst bezweifelt diese Angaben. Blumenbach sagt ausdrücklich, er habe viele Jahre nach einander weibliche Affen gerade von den Arten, von welchen man dieses erzählt, nämlich den gewöhnlichen Waldaffen (Simia sylvanus), die Meerkatze (Simia cynomolgus), den Mandrill (Cynocephalus Maimon) untersucht und gefunden, daß die erwähnten Monatsperioden bei manchen gar nicht vorhanden waren, während sie bei anderen Affen und zwar von derselben Art in einer geringen unbestimmten und hauptsächlich an keine feste Zeit gebundenen Blutausleerung aus der Gebärmutter bestanden. Dagegen beobach-

---

[1]) Von der Zucht der Pferde, Esel und Maulthiere. Aus dem Italienischen von Fechner. Prag, 1790.

[2]) Hist. anim. Lib. III. c. 18; Lib. III. c. 2.; Gener. anim. Lib. I. c. 30.

[3]) Hist. nat. Lib. VII. c. 15.

[4]) Vgl. Haller, Elem. physiol. Tom. VII., pars 2. pag. 137.

tete Cuvier[1]) bei mehren Affenarten, nämlich Simia Maimon, einem schwarzen Pavian vom Cap der guten Hoffnung, mehren Subjecten des Simia Inuus, des Simia Faunus, des Simia nemestrina, und verschiedenen Makis, zur Zeit der Brunst einen Blutabgang aus den Geschlechtstheilen, der in regelmäßigen Zwischenräumen von 20 bis 30 Tagen wiederkehrte. Cuvier schreibt die Gleichmäßigkeit dieser Erscheinungen der gehörigen Fütterung in zweckmäßigen Wohnungen und bei einer gemäßigten Temperatur zu, während bei den Affen, mit welchen man herumreise, der Wechsel der Temperatur, die Einsperrung in enge Kammern und das Einerlei der Nahrung mancherlei Störungen bedinge. Indessen zeigte sich auch bei ihnen, sobald sie nur vollkommen gesund und etwas zahm waren, der Zeugungstrieb wirksam Außer bei den Affen nahm Cuvier auch bei anderen Thieren während der Brunstzeit einen monatlichen Blutfluß aus den Geschlechtstheilen wahr, und zwar bei der Viverra genetta und bei dem gewöhnlichen zahmen Schweine, obwohl bei diesen nicht so unveränderlich und regelmäßig, als bei den Affen. Eines Blutabganges während der Brunst bei der gewöhnlichen Kuh erwähnt er nicht, wohl aber sah er bei einer Büffelkuh, welche von dem männlichen Büffel entfernt war, die Zeichen der Brunst und eine deutliche Menstruation jeden Monat zurückkehren. Meckel[2]) beobachtete bei einer Simia sabaea eine regelmäßige, monatlich wiederkehrende und einige Tage dauernde reichliche Menstruation, das Blut roch äußerst übel, weit übler, als das menschliche unter derselben Bedingung. Er glaubt, daß dies mit dem üblen Geruche zusammenhänge, den die Haut des Thieres verbreitet. Auch Ehrenberg[3]) erwähnt eines monatlichen Blutflusses beim weiblichen Affen (dem Cynocephalus der Aegypter), der vielen, vielleicht allen Affen gemein sei. Gurlt[4]) leugnet das Bestehen eines monatlich wiederkehrenden Blutflusses aus der Gebärmutter bei den Haussäugethieren ganz, und sagt, daß nur zuweilen ein periodischer Blutabgang aus den Geschlechtstheilen wahrgenommen werde, der aber nicht regelmäßig zurückkehre. Nach Kahleis[5]) dagegen menstruiren die Kühe regelmäßig. Kommen sie nicht zum Bullen, so dauert der Ausfluß neben den übrigen Erscheinungen der Brunst oft einige Tage lang fort. Anfangs ist das abgehende Blut von sehr dunkler Farbe, manchmal mit einem dicklichen weißen Schleime vermengt. Mit dem Abfluß eines dünneren halbdurchsichtigen Schleimes hört endlich der Blutfluß auf, und die Kuh verliert die Neigung zur Begattung, wenn sie auch dieses Mal nicht vom Bullen besprungen worden ist. Allein genau nach vier Wochen kehren dieselben Erscheinungen und in derselben Folge zurück und wiederholen sich, wenn der Bulle nie zugelassen wird, regelmäßig alle vier Wochen. Sehr interessant sind die neuesten Untersuchungen von Numann[6])

---

[1]) In den Annales des sciences d'histoire naturelle. Vol. IX. p. 118 — 130; Meckel, Archiv für die Physiologie, Bd. II. S. 521.

[2]) Archiv Bd. VIII. S. 436.

[3]) Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin a. d. J. 1833. Berlin, 1835.

[4]) Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere..

[5]) Meckel, Archiv für Physiologie, Bd. VIII. S. 434.

[6]) Ueber den periodischen Blutfluß aus den Geschlechtstheilen bei einigen Hausthieren und ganz besonders bei der Kuh; nebst Betrachtung dieser Erscheinung in Bezug auf die weibliche Menstruation. Tydschrift voor natuurlijke Geschiedenis en Physiologie, uitgegeven door J. van der Hoeven en W. H. de Vriese: IV. Deel. 3 en 4 Stuck. 1838. Deutsch in Froriep's Notizen. 1838. Sept. Nr. 150.

über diesen Gegenstand. Sie bestätigen vollkommen die Angaben von Kahleis über einen regelmäßigen Blutabgang bei den Kühen während der Brunst, setzen aber den gewöhnlichen Zeitraum seiner Wiederkehr auf 19 bis 20 Tage fest. Rumann sieht den Grund der geringen Bekanntschaft mit dieser Erscheinung theils in dem Mangel an Aufmerksamkeit, zumal auf Weideplätzen, theils darin, daß in der Regel alsbald Befruchtung stattfindet und nun Trächtigkeit und Milchabsonderung ununterbrochen auf einander folgen, so lange die Kuh für diesen Zweck benutzt wird. Während der Trächtigkeit kommt der Blutabgang nicht zum Vorscheine, ebenso wenig während des Milchgebens, obwohl hier bisweilen ausnahmsweise bei reichlicher Fütterung die folgende Brunst wieder mit Blutabfluß verbunden ist. Bei den so zu sagen gelt gewordenen und zum Fettwerden auf der Weide oder zur Mast bestimmten Kühen sieht man diesen Blutabgang, wenn sich bei ihnen auf's Neue die Brunst einstellt, noch mehrmals wiederkehren. Bis zu welchem Alter dieser Blutfluß fortdauert und ob er in späteren Jahren aufhört, darüber fehlt es Rumann an Erfahrung, obschon er das Letztere für sehr wahrscheinlich hält. Der Blutabgang erscheint nicht sogleich bei den ersten Zeichen der Brunst, sondern durchgängig erst nach 2 bis 3 Tagen, wo der Geschlechtstrieb seine stärkste Wirkung erreicht. Man nimmt deßhalb mehrmals den Ausfluß erst wahr, nachdem die Kuh bereits besprungen ist. Er findet nicht anhaltend Statt, sondern es werden in Zwischenräumen gewisse Quantitäten auf einmal ausgeworfen, welche je nach der Fütterung und Vollblütigkeit des Thieres verschieden sind. Dieses hat wahrscheinlich darin seinen Grund, daß das Blut in der weiten Scheide einige Zeit verweilt und sich bis zu einer gewissen Quantität ansammelt, bevor dieser Theil zur Zusammenziehung und Ausstoßung angeregt wird. Selten betragen diese Quantitäten, nach dem Augenmaße berechnet, mehr als 1 bis 2 Medicinalunzen, eher etwas weniger. Das abgegangene Blut besitzt eine sehr rothe und helle Farbe und ist entweder mit etwas Schleim vermischt, welcher bei dem brünstigen Thiere zugleich aus den Geschlechtstheilen ausgesondert wird, und zugleich etwas geronnen, oder es ist rein, unvermischt und flüssig. Der Blutabgang dauert meistens nur einen, zwei oder drei Tage mit beständiger Verminderung. Bei den anderen gewöhnlichen Haussäugethieren hat Rumann einen solchen Blutabgang nicht bemerkt. Bei der brünstigen Stute geht nach ihm nur eine schleimartige Substanz aus den etwas geschwollenen Theilen ab, ebenso beim Schafe und beim Schweine.

Bei den brünstigen Thieren schwellen die äußeren Geschlechtstheile an, was bei den menstruirenden Frauen nicht der Fall ist. Burdach [1]), der vorzugsweise den Gegensatz zwischen Menstruation und Brunst festzuhalten bemüht ist, hebt dies als einen der wesentlichsten Unterschiede zwischen beiden hervor. Dort zeige sich erhöhte Thätigkeit besonders in den inneren Sexualorganen, während hier nur in der Scheide und besonders im Vorhofe eine blutig-schleimige Absonderung stattfinde, die mehr auf Begattung, als auf Schwangerschaft und Gebären Bezug habe. Die Untersuchungen von Rumann (a. a. O.) bei Kühen widerlegen direct diese Ansicht. Er spricht sich darüber folgendermaßen aus: »Bei der unverzüglichen Section einer brünstigen Kuh mit Blutausfluß aus den Schamtheilen wurde die gewöhnliche gereizte Beschaffenheit der inneren (äußeren?) Geschlechtstheile und die Röthe der Schleimhaut der Scheide wahrgenommen. Doch zeigten sich keine Spu-

[1]) Die Physiologie rc. Bd. I.

räumen erfolgen, scheint alsdann die Bildung und Reifung des Samens bis in's höhere Alter continuirlich fortzugehen und eine ununterbrochene Zeugungsfähigkeit zu unterhalten.

Begattung und Empfängniß.

Das weibliche Thier gestattet die Begattung nur während der Brunst. Nur in dieser Zeit äußert sich bei ihm der Geschlechtstrieb. Er ist hier lediglich durch den Eindruck bedingt, den die Vorgänge in den Generationsorganen auf das Centralorgan des Nervensystemes ausüben. Beim menschlichen Weibe ist der Geschlechtstrieb nicht auf die Zeit der Menstruation beschränkt, und nie, außer krankhaft, erreicht er den Grad, daß er zum treibenden Drange wird, wie beim Thiere. Es macht sich hier die Gewalt des psychischen Momentes geltend und die Begattung erscheint mehr als das Symbol der völligen Gemeinschaft zweier Individuen. Ueberhaupt ist der sinnliche Trieb beim weiblichen Geschlechte im Allgemeinen geringer, als bei dem männlichen.

Bei den Thieren ohne Begattungsapparat besteht die Begattung oft nur in einer successiven Ausleerung der Zeugungsstoffe von beiden Theilen, wobei bisweilen kaum eine Annäherung der Individuen statthat. Inniger wird die Verbindung, wo bei der Begattung die beiderseitigen Geschlechtsorgane sich an einander legen und das Männchen seinen Samen unmittelbar in die Geschlechtsorgane des Weibchens ergießt, wie bei der Mehrzahl der Vögel. Am innigsten ist die Verbindung, wo ein besonderer Begattungsapparat entwickelt ist und während der Umfassung die weibliche Scheide das männliche Zeugungsglied in sich aufnimmt, wie bei den Säugethieren und dem Menschen.

Bei der Begattung erscheint der Mann vorwaltend activ. Der Begattungsact setzt sich bei ihm nach J. Müller's Ausdruck aus zwei physiologischen Momenten zusammen, der Erection und der Ejaculation. Die Erection entsteht durch die Anhäufung des Blutes in den Corporibus cavernosis penis, die theils durch einen Reflex von den gereizten sensiblen Nerven auf die Gefäßnerven, theils nach Krause (a. a. O.) durch die Compression der austretenden Venen durch die Mm. ischiocavernosi und zum Theil auch die bulbocavernosi hervorgebracht wird. Das zweite Moment, die Ejaculation, ist eine Reflexbewegung und beruht theils auf der anhaltenden Contraction der Samenbläschen, theils auf den stoßweisen Zusammenziehungen des Stratum musculare circulare urethrae, des M. urethralis transversalis und der Mm. bulbocavernosi, wodurch der Samen, sobald er in den hinteren Theil der Harnröhre ergossen ist, in einem Strahle ausgespritzt wird. Hierzu gesellt sich die Action der Muskeln, die vom Becken zu den Lenden, der Brust und den Schenkeln gehen, welche in einer der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung wirken und das Becken, welches jetzt der bewegliche Theil geworden ist, abwechselnd vorstoßen.

Bei dem Weibe entsteht das Gefühl der Wollust vorzugsweise durch die Friction der sensiblen Nerven der innern Schamlippenfläche und der Clitoris. Die Clitoris schwillt in Folge der Reibung stärker an, obwohl sie nach Müller einer eigentlichen Erection nicht fähig sein soll. Die Scheide legt sich eng um den eindringenden Penis herum, theils durch die Turgescenz ihrer Falten, theils durch eine Reflex-Contraction ihres Sphincters. In Folge der Congestion entsteht eine stärkere Absonderung in den Talgdrüsen der Nymphen,

in den Schleimdrüsen der Scheide und des Vorhofes, besonders aber in den Bartholin'schen Drüsen, wodurch die Scheide schlüpfriger wird; auf dem Gipfel der geschlechtlichen Erregung soll bisweilen selbst ein plötzliches Ausströmen stattfinden, was zu der irrigen Annahme eines weiblichen Samenergusses Anlaß gegeben hat. Auch in den inneren Genitalien entsteht durch Reflex ein Zustand erhöhter Turgescenz. Bond [1]) fand bei einem jungen Weibe, das die Nacht mit einem Manne zugebracht und sich noch vor dem Morgen durch Opium getödtet hatte, die innere Fläche des Uterus an den Stellen, wo Samen haftete, lebhaft geröthet, überhaupt das ganze Organ gefäßreicher und größer, als im normalen Zustande, die Tuben mit Blut überfüllt und stark gewunden, die Ovarien turgescirend und dem Uterus näher gerückt. Wahrscheinlich ist es, daß die gesteigerte Erregung in den sensiblen Nerven durch Reflex eine Contraction im Uterus hervorruft, in Folge deren dieser sich gerader stellt und tiefer in's Becken herabtritt, der Muttermund, indem er den Penis berührt, sich öffnet und so der Samen theils direct in die Uterinhöhle gespritzt, theils durch eine saugende Thätigkeit, die der Muttermund auf die Eichel ausübt, eingezogen wird. Schon Valisneri [2]) sagt: »Es bemerken auch diejenigen, so verheirathet sind, daß unter den Zeichen, woran man erkennt, daß die Frau schwanger geworden, dieses eines mit sei, wenn man ein gewisses ungemeines und heftiges Saugen fühlt.« Aehnlich äußert sich Dionis [3]) und Haller [4]) sagt: »Etiam ex feminarum confessione novi, quae quidem difficilius obtinetur, magnam se voluptatem sentire, quando margo eminens oris uterini a masculo generationis instrumento confricatur.« Und ferner: »Vix potest everti argumentum a semine sumtum, quod in coitu infecundo continuo de vulva feminae defluit, in fecundo retinetur, ut eo signo mulieres se concepisse intelligant; et de bestiis femellis eadem nota recipiatur, coitum utilem fuisse.« Auch Günther [5]) hat es neuerdings sehr wahrscheinlich gemacht, daß bei dem Pferde, und auch wohl bei anderen Thieren der Uterus eine saugende Wirkung auf den Samen sowohl im Momente der Ejaculation, als auch nach derselben ausübt. Damit stimmt überein, daß Bischoff in der Regel bei Hunden und Kaninchen nach der Begattung in der Scheide nur wenige oder gar keine Spermatozoiden, dagegen den Uterus immer ganz voll von ihnen fand. Ich selbst hatte kürzlich Gelegenheit, bei der inneren Exploration eines jungen, sehr erethischen Frauenzimmers zu beobachten, wie plötzlich der Uterus eine mehr senkrechte Stellung annahm und tiefer in's Becken herabtrat, die Muttermundslippen an Länge einander gleich wurden, der Muttermund sich rundete, weicher und dem Finger zugänglicher wurde und gleichzeitig sich in Respiration und Stimme die höchste geschlechtliche Erregung verrieth. Ein Ausbleiben dieser Contraction im Uterus z. B. wegen Unempfindlichkeit der sensiblen Nerven bei Ueberreizung durch Onanie, bei Huren u. s. w., oder ein Mangel an Coincidenz zwischen ihr und der Ejaculation des Samens, z. B. wegen einseitig krankhaft gesteigerter Reizbarkeit mag in manchen Fällen die Ursache der Unfruchtbarkeit abgeben. Die Umfassung der Ovarien durch die Tuben, das Platzen der Follikel u. s. w. wurden früher ebenfalls als Wirkung des Begattungsactes angesehen, allein Bi-

1) Froriep's Notizen. XL.
2) Ueber die Erzeugung des Menschen und der Thiere. Uebers. v. Berger. 1739.
3) Von der Erzeugung und Geburt des Menschen. Uebers. v. Timm. Bremen, 1745.
4) Elem. physiol. Tom. VIII. pag. 2.
5) Untersuchungen und Erfahrungen. I. Hannover, 1837.

schoff hat, wie schon erwähnt, die völlige Selbstständigkeit und Unabhängigkeit dieser Vorgänge von der Begattung dargethan und es ist mehr als zweifelhaft, ob in den Fällen, wo die Begattung nicht mit der Brunst oder Menstruation zusammenfällt, analoge Veränderungen stattfinden können. Mit einer bloßen Congestion ohne Reife der Eier ist es sicherlich nicht gethan. Einige wollen bei der Begattung auch einen Reflex auf die Brüste (Turgescenz und Erection der Brustwarze) wahrgenommen haben.

Die erste Begattung ist für das Weib immer schmerzhaft, wegen der Zerreißung des Hymens und der Enge der Scheide; erstere veranlaßt in der Regel eine geringe Blutung, ebenso auch bei den Thieren, wo es vorhanden ist. An der Stelle des Hymens sieht man später 3 bis 4 oder mehre plattrundliche, eingekerbte, kamm- oder läppchenartige Duplicaturen der Schleimhaut, Carunculae myrtiformes, die zum Theil Rudimente des Hymens sind, zum Theil schon früher vorhanden waren.

Für den Mann ist die Begattung der Culminationspunkt des geschlechtlichen Lebens, für das Weib nur der Anfang und die Einleitung zu noch wichtigeren Veränderungen. Das Weib verhält sich bei demselben mehr passiv im Gegensatze zu der heftigen Muskelaction des Mannes. Ob in dem Grade der Empfindungen ein Unterschied bei beiden Geschlechtern stattfindet, möchte sich schwer entscheiden lassen. Jedenfalls ist der Reflex von der örtlichen Erregung in den Generationsorganen auf die Centralorgane des Nervensystemes beim Weibe nur selten so stark, als es beim Manne in der Regel der Fall ist. Dieser wird durch die Begattung mehr angegriffen, als das Weib. Frauen ertragen selbst eine häufig wiederholte Begattung in dieser Beziehung gut und die bei männlichen Wüstlingen so häufige Tabescenz des Rückenmarkes ist selbst nach den gröbsten Ausschweifungen bei ihnen eine seltene Erscheinung.

Nicht jede Begattung hat eine Befruchtung zur Folge. Die erste Bedingung der Befruchtung ist die Reife der Eier. Bei den Thieren, wo die Befruchtung außerhalb des Organismus vor sich geht, z. B. der Mehrzahl der Fische und Amphibien, sind nach den Beobachtungen Spallanzani's erst die vollständig abgelösten und aus dem Eileiter ausgetretenen oder dem Austritte nahen Eier reif und befruchtungsfähig. Bei den Säugethieren und dem Menschen dagegen und vielleicht auch bei den Vögeln erlangen die Eier schon vor der Ablösung vom Eierstocke die nöthige Reife und können selbst innerhalb der Graaf'schen Follikel befruchtet werden und in den Tuben nur bis zu dem Punkte, wo ihre Entwicklung zu beginnen pflegt. Die zweite Bedingung der Befruchtung ist der unmittelbare Contact des männlichen Samens. Dies wird bewiesen theils durch die naturgemäße äußere Befruchtung, wie sie z. B. bei Fischen, Fröschen u. s. w. ohne allen Antheil der Mutter und der weiblichen Genitalien vorkommt, theils durch die in ähnlicher Weise angestellten künstlichen Befruchtungsversuche Spallanzani's [1]) bei Insecten, Fröschen und Kröten, wo die Befruchtung ebenfalls nur bei unmittelbarer Berührung des Samens mit den Eiern gelang, theils endlich durch die Versuche von Haighton, Bischoff u. A. bei Säugethieren, wo nach vorausgegangener Unterbindung und Durchschneidung der Scheide oder der Hörner des Uterus oder der Eileiter durch die Begattung entweder gar keine Befruchtung, oder bei einseitig unterbrochener Leitung nur auf der freien Seite bewirkt wurde.

Bei einem großen Theile der Wirbellosen, der Mehrzahl der Fische und

[1]) Expériences pour servir à l'histoire de la générat. Genève, 1786.

den froschartigen Thieren lösen sich die Eier schon lange vor der Befruchtung von dem Eierstocke ab, sammeln sich so allmälig im Eileiter an, den sie zu einem bedeutenden Umfange ausdehnen, und werden endlich durch die Contractionen desselben, bei vielen selbst ohne alle Annäherung und Berührung des Männchens, ausgestoßen, worauf dieses seinen Samen über sie läßt und sie befruchtet. Die Reifung und Lösung der Eier erscheint hier in ihrer augenfälligsten Unabhängigkeit, da selbst die völlige Ausstoßung oder die Geburt der Befruchtung vorangeht. Bei allen denjenigen Thieren dagegen, wo der männliche Samen bei der Begattung unmittelbar in die weiblichen Geschlechtsorgane ergossen wird, werden die Eier constant im mütterlichen Körper befruchtet, entweder innerhalb des Leitungsapparates, oder selbst schon an den Ovarien.

Bei den Säugethieren ist die Befruchtung der Eier, während sie noch in den Graaf'schen Bläschen enthalten sind, eine erwiesene Thatsache. Die älteren Beobachter, wie Leeuwenhoek[1]) und Haller[2]), hatten den Samen nur bis in den Uterus verfolgt, Prévost und Dumas[3]) fanden zuerst bei Hunden die Spermatozoiden nach der Begattung im Uterus und in den Tuben, und Bischoff bei einer Hündin 20 Stunden nach der ersten Begattung im Uterus, in den Tuben, zwischen den Fimbrien und auf dem Eierstocke selbst, wo sie sich lebhaft bewegten. Aehnliche Beobachtungen wurden von ihm später auch bei Kaninchen gemacht, ebenso von Wagner, der die Spermatozoiden 48 Stunden nach der Begattung im Uterus, in den Tuben und zwischen den Fimbrien fand, und von Barry, der sie, wie Bischoff, schon 9 bis 10 Stunden nach der Begattung auf dem Eierstocke sah. Bei dem Menschen ist der directe Beweis für die Befruchtung der Eier am Eierstocke durch Auffindung der Spermatozoiden daselbst noch nicht geliefert, doch sprechen die nicht selten beobachteten Eierstocks- und Bauchhöhlenschwangerschaften entschieden für die Möglichkeit ihres Stattfindens. Die Kräfte, durch welche der Samen bis zum Eierstocke gelangt, sind theils die Contractionen der Tuben, theils die Bewegung der Spermatozoiden selbst. Die Wimperbewegung in den Tuben kann nicht in Anschlag gebracht werden, da sie in entgegengesetzter Richtung wirkt. Bischoff fand bei lebenden und eben getödteten Hunden nach der Begattung in den Tuben eine lebhafte nicht sowohl peristaltische Bewegung, d. h. eine stellenweise successive Verengerung und Erweiterung, als vielmehr eine rasch fortschreitende Verengerung in der Richtung von der Scheide gegen den Eierstock, und sieht in ihr das Hauptmittel für die Beförderung des Samens. Aber auch die Bewegung der Spermatozoiden selbst darf keineswegs gering angeschlagen werden, sie ist jedenfalls nöthig, damit sie die Tuben erreichen, und daher besonders für diejenigen Fälle wichtig, wo der Samen bei der Begattung nur unvollkommen in den Uterus gelangte und dennoch Befruchtung eintrat, wie bei der Begattung mit Hypo- und Epispadiäen, ohne vollständige Immission des Penis, mit unverletztem Hymen u. s. w. Die Zeit, in welcher die Spermatozoiden bis zum Eierstocke gelangen, ist allem Anscheine nach großen, zum Theil wohl zufälligen Schwankungen unterworfen. Die Eier sind aber auch bei den Säugethieren, wie beim Menschen, noch in den Tuben befruchtungsfähig bis zu dem Punkte hin, wo ihre weitere Entwicklung zu beginnen pflegt. Dadurch ist ein gewisser Spielraum für die Befruchtung gegeben, und je nach dem Stadium, in wel-

[1]) Opp. omn. I. p. 149 et 166. [2]) Elem. physiolog. VIII. p. 22.
[3]) Annales des sciences nat. Tom. III. p. 119.

chem sich die Eier zur Zeit der Begattung befinden, und der Schnelligkeit, mit welcher die Spermatozoiden ihren Weg zurücklegen, wird die Befruchtung bald schon am Eierstocke, bald erst in den Tuben vor sich gehen.

Das Wesen der Befruchtung ist noch in ein vollständiges Dunkel gehüllt. Einige suchen das wirksame Princip in der Flüssigkeit des Samens, Andere in den Spermatozoiden. Eine Aufnahme der Flüssigkeit durch die Wandungen des Graaf'schen Bläschens oder des Eichens ist denkbar. Jedenfalls aber muß den Spermatozoiden ein wesentlicher Antheil an der Befruchtung zuerkannt werden. Dafür spricht schon ihre außerordentliche Menge im Verhältnisse zur Flüssigkeit, ferner ihre allgemeine Verbreitung im Thierreiche mit wenigen Ausnahmen, die wahrscheinlich auf unvollkommener Beobachtung beruhen, ihre Entstehung zur Zeit der Pubertät oder der jedesmaligen Brunst und ihre Rückbildung nach derselben, ihr Mangel oder ihre Verkümmerung bei den unfruchtbaren Bastarden, und endlich die Versuche von Prévost, nach denen von filtrirtem Froschsamen nur der auf dem Filtrum zurückgebliebene Theil befruchtete. Die Aelteren, z. B. Prévost und Dumas, nahmen an, daß die Spermatozoiden in das Ei eindrängen und dort die Grundlage für den Embryo oder dessen Nervensystem abgäben. Indessen fehlt es dieser Annahme an jeder thatsächlichen Stütze, da man niemals Spermatozoiden im Eie wirklich gesehen hat und auch, wie Bischoff mit Recht bemerkt, selbst die vorhandenen wegen ihrer Kleinheit in der Masse der Zellen nicht würde entdecken können. Nur in der Eiweißschicht befruchteter Fischeier hat Wagner abgestorbene Spermatozoiden beobachtet. Mayer [1]) glaubt, daß die Spermatozoiden nur zur Uebertragung des befruchtenden Theiles der Samenflüssigkeit auf das Ei bestimmt sind, mithin hier dieselbe Rolle, wie bei manchen Pflanzen die Insecten, spielen. Doch spricht dagegen ihr Vorkommen auch bei den Thieren, bei welchen eine äußerliche Befruchtung statthat, wo es mithin einer solchen Uebertragung nicht bedarf. Annehmbarer klingt die Hypothese von Valentin [2]). Nach ihm ist der Samen eine chemisch so empfindliche Substanz, daß sie nur, so lange sie sich in Bewegung befindet, ihre zur Befruchtung nöthige Mischung erhalten kann. Zu diesem Ende befinden sich in ihr jene beweglichen Elemente, von deren Vorhandensein und Bewegung daher die befruchtende Eigenschaft des Samens abhängt. Wahrscheinlich ist es, daß mit dem Tode der Spermatozoiden, mit dem Aufhören ihrer Bewegung die befruchtende Kraft des Samens erlischt. Im normalen Zustande hat man sie bei Säugethieren noch Tage lang im Schleime des Uterus und der Tuben sich bewegend gefunden. Durch verdünnte Säuren, besonders aber Alkalien, werden sie getödtet, und so wird nach Donné [3]) der alkalische Schleim, der bei Congestions- und Irritationszuständen in den weiblichen Genitalien statt des normalen schwach sauren Secretes abgesondert wird, die Ursache ihres schnellen Todes und der Grund mancher Unfruchtbarkeit. Die häufige Unfruchtbarkeit bei Tuba- und Uterinalkatarrhen kann aber auch zum Theil mechanisch hervorgebracht werden, indem durch die Wulstung der Schleimhaut der Muttermund oder das Ostium uterinum der Tuben verlegt und verschlossen wird.

Die Symptome, welche man gewöhnlich als diagnostische Merkmale der Empfängniß beim menschlichen Weibe angiebt, stehen zum größten Theil in gar keiner Beziehung zu derselben. Man rechnet dahin ein gesteigertes Wol-

---

[1]) Rheinisch. medic. Correspondenzblatt. 1842.
[2]) Repertorium VI. S. 251. [3]) Nouv. exp. p. 11.

lustgefühl während der Begattung, sowie das Auftreten mancherlei nervöser Symptome unmittelbar nach derselben, als Frostschauer, leichte Zuckungen, Schwindel, Müdigkeit, Schmerz in der Nabelgegend u. dgl. Diese sind jedoch lediglich als Reflexwirkungen des Begattungsreizes anzusehen und ihr Fehlen oder Vorhandensein, ihre größere oder geringere Heftigkeit hängen nur von dem Grade der Reflexerregbarkeit im Nervensysteme ab. Wichtiger sind schon die Zeichen, welche auf eine stärkere und andauernde Congestion zu den Beckengenitalien deuten, eine Empfindung von Wärme, Vollheit und Schwere im Unterleibe, verbunden mit der Neigung, die Schenkel über einander zu schlagen. Bei den Thieren ist häufig eine Abneigung der Geschlechter die Folge der Befruchtung, beim menschlichen Weibe tritt dieser thierische Widerwille dagegen nur ausnahmsweise und selten hervor.

Bei den Wirbellosen und den Fischen wird durch jeden Zeugungsact eine ungeheure Menge von Eiern befruchtet. Auch unter den Amphibien ist bei den Batrachiern die Zahl der jedesmal befruchteten Eier noch sehr groß. Kein Vogel legt nur ein Ei. Von den Säugethieren werfen viele nur ein Junges, andere dagegen zwei bis sechs und darüber. Bei dem Menschen verhält sich die Zahl der einfachen Geburten zu der der Zwillingsgeburten in Deutschland nach Süßmilch wie 60 bis 70, in Frankreich wie 70 bis 80, in England wie 72, im Hospice de maternité wie 91, im Hôtel Dieu wie 100 zu 1. Auf 6 bis 7000 einfache Geburten kommt eine Drillingsgeburt, auf 20 bis 30,000 eine Vierlingsgeburt, und auf mehre Millionen vielleicht eine Fünflingsgeburt [1]). Der Umfang der Befruchtung ist natürlich durch die Zahl der Eier, die während einer jedesmaligen Brunst- oder Menstruationsperiode reifen und austreten, bestimmt. Bei den Thieren, die nur ein Junges werfen, so wie beim Menschen, muß demnach in der Regel die vollständige Reifung eines Eies zur Zeit nur an einem Eierstocke vor sich gehen. Wahrscheinlich geschieht es alternirend in den Eierstöcken beider Seiten; nach welchem Gesetze dieser Wechsel stattfindet, wissen wir nicht. Eine mehrfache Befruchtung beim Menschen kann entweder auf einer gleichzeitigen Reifung der Eier in beiden Eierstöcken oder mehrer in einem Eierstocke beruhen. Beides ist nach Analogie der Thiere möglich und wird durch die Erfahrung bestätigt. Goeßmann fand bei einer Frau, die zum ersten Male schwanger war, den linken Eierstock in einen Sack ausgedehnt, der einen Embryo enthielt, während sie einen anderen von gleicher Größe gebar, der nur im rechten gezeugt sein konnte. Andererseits sah Granville eine Frau mit Zwillingen niederkommen, bei der nur ein Eierstock zeugungsfähig war [2]). Bisweilen enthält auch ein Graaf'sches Bläschen zwei Eier. So fand es Bischoff mehrmals bei Kaninchen, von Baer [3]) bei Hunden und wahrscheinlich einmal auch beim Schweine. Kürzlich hat auch Bidder [4]) in Dorpat bei einem Kalbe zwei Ovula in einem Graaf'schen Bläschen, die in einer und derselben Membrana granulosa eingebettet waren, beobachtet und beschrieben. Bisweilen enthält auch ein Ei zwei Dotter. So sah es Barry öfters bei Kaninchen. Zu manchen Zeiten kommen Zwillingsgeburten häufiger vor. So ereigneten sich einmal im Entbindungs-Institute zu Halle innerhalb zweier Tage drei Zwillingsgeburten, und gleichzeitig wurden sowohl in der Stadt als in den umliegenden Dörfern mehrfach Zwillinge geboren. Welche Verhältnisse hier bestimmend einwirken, ist durchaus unbekannt. Bei manchen Frauen wieder-

[1]) Vergl. Burdach a. a. O. [2]) Vergl. Burdach a. a. O.
[3]) Epist. p. 18. [4]) Müller's Archiv. 1842.

holen sich die Zwillingsgeburten öfters, ebenso in manchen Familien bei Kindern und Geschwistern. Bisweilen scheint auch von väterlicher Seite her ein Einfluß sich geltend zu machen. So sah ich ein Mädchen mit Zwillingen niederkommen; zwei Brüder ihres Schwängerers waren verheirathet und beider Frauen hatten ebenfalls Zwillinge geboren.

In der Regel werden bei mehrfacher Befruchtung sämmtliche Eier zugleich durch eine und dieselbe Begattung befruchtet. So werfen Hündinnen in der Regel nur Junge von einer Art, auch wenn sie sich mit Hunden verschiedener Art in einer Brunstzeit begattet hatten. Dies hat offenbar seinen Grund darin, daß die Eier in der Brunst meistens gleichmäßig reifen, daher gleichzeitig austreten und auch im Eileiter gewöhnlich auf gleichen Entwicklungsstufen und dicht neben einander angetroffen werden. Die sogenannte Ueberfruchtung, Superfoecundatio, scheint auf einer Störung dieses Verhältnisses und einer Ungleichmäßigkeit in der Entwicklung der Eier zu beruhen. Einmal fand Bischoff bei einem Hunde ein Ei noch auf dem Eierstocke zwischen den Fimbrien, während die übrigen bereits über einen Zoll weit in den Eileiter eingedrungen waren. Die Ueberfruchtung ist sowohl bei Thieren, namentlich bei Hunden, als auch bei Menschen, wiewohl selten, beobachtet. Frauen, die sich kurz nach einander mit Männern verschiedener Racen begattet hatten, gebaren Zwillinge mit derselben Racenverschiedenheit. Die zweite Befruchtung muß jedenfalls noch vor dem Eintritte des Eichens in den Uterus und der Bildung der Decidua erfolgen. Ist diese einmal gebildet, so ist dadurch mechanisch die Leitung des Samens gehindert und somit jede weitere Befruchtung unmöglich gemacht, abgesehen davon, daß während der Schwangerschaft auch meistens das andere Requisit zur Befruchtung, die typische Reifung der Eier, still zu stehen scheint. Die sogenannte Ueberschwängerung, Superfoetatio, bei einfachem Uterus und Lage des Embryo in der Uterinhöhle gehört in das Reich der Fabel, und die Fälle, die man als Beweise für dieselbe angeführt hat, sind Zwillingsschwangerschaften, bei denen der eine Fötus frühzeitig abgestorben war und sich im Uebrigen unversehrt im Uterus erhalten hatte. Die meisten Autoren behaupten, daß auch bei doppeltem Uterus niemals eine Ueberschwängerung beobachtet sei und auch nicht vorkommen könne, weil sich in dem nicht schwangeren Horne ebenfalls eine Decidua bilde. Doch citirt P. F. Meckel [1]) einen Fall, wo die eine Hälfte eines doppelten Uterus ein vollständiges, die andere ein viermonatliches Kind enthielt. Zu einer Extrauterinschwangerschaft kann jedenfalls später — nach Ausstoßung der Decidua — eine Uterinschwangerschaft hinzukommen, und sind Fälle der Art mehrfach beobachtet worden.

Schwangerschaft.

Die Schwangerschaft ist die Folge der Empfängniß. Sie hebt an von der Befruchtung des Eies im mütterlichen Organismus und endet mit der Ausstoßung desselben durch die Geburt. Sie ist im normalen Zustande durch eine bestimmte Reihenfolge gleichzeitiger Veränderungen sowohl in dem Eie, als in den Generationsorganen und dem übrigen Körper der Mutter bezeichnet. Beide gehen einander parallel und greifen nach bestimmten Gesetzen harmonisch in einander, keineswegs aber enthält die eine den ausschließlichen Grund der anderen, vielmehr sind beide durch die Befruchtung gegeben und

[1]) Baudelocque's Anleitung zur Entbindungskunst. Thl. II. S. 497. Anmerk.

[...]nen sich in einer gewissen räumlichen und zeitlichen Unabhängigkeit von [ein]ander entwickeln.

I. Veränderungen, welche durch die Schwangerschaft in dem mütterlichen Organismus gesetzt werden.

a. In den Generationsorganen.

Die Veränderungen in den Ovarien und Tuben beziehen sich auf das [Pl]atzen der Follikel, den Austritt des Eies und die Bildung eines Corpus [l]uteum, die Aufnahme des Eies durch die Tuben und die Fortbewegung des[sel]ben bis zum Uterus. Sie sind nicht eigentlich von der Befruchtung ab[hä]ngig, entwickeln sich vielmehr, wie wir gesehen haben, selbstständig auch [oh]ne dieselbe. Wenn aber die Befruchtung noch am Eierstocke vor sich geht, [s]o folgen sie zeitlich derselben nach, und deßhalb wollen wir sie hier noch [ein]mal genauer und im Zusammenhange betrachten. Das Meiste, was wir [da]rüber vom Menschen sagen können, ist weniger durch directe Beobachtung [ge]wonnen, als aus der Analogie mit den Säugethieren erschlossen.

Der Follikel, in dem sich das reife befruchtungsfähige oder befruchtete Ei befindet, erscheint blut- und gefäßreicher und schwillt durch eine wasserhelle, [eiwe]ißhaltige Exsudation in seine Höhle stärker an. Durch die Ausdehnung [wer]den seine Wandungen mehr und mehr verdünnt und zerreißen endlich an der erhabensten, der freien Seite des Eierstockes zugewandten, Stelle. Das Ei tritt vermöge seiner Lage an dieser Stelle aus seiner lockeren Einbettung in der Membrana granulosa sogleich sammt dem flüssigen Inhalt aus. Ueber die Zeit, welche von der Begattung bis zum Austritte des Eies verfließt, finden wir die widersprechendsten Angaben bei den verschiedenen Beobachtern. Der Grund dieser Widersprüche liegt einfach darin, daß der Austritt des Eies eben nicht von der Begattung und Befruchtung abhängig ist, sondern je nach dem Entwicklungsstadium, in welchem sich die Eier zur Zeit derselben befinden, bald später, bald früher erfolgt, ja selbst schon vor der Befruchtung eingetreten sein kann. Der Entwicklungsgrad der Eier wird im gegebenen Falle durch den jedesmaligen Zeitpunkt der Menstruation, oder Brunst, mit Rücksicht auf die individuelle Eigenthümlichkeit des Subjectes bestimmt; so fand Bischoff [1]) bei jungen, zum ersten Male läufigen Hündinnen die Eier immer verhältnißmäßig noch viel weiter zurück, als bei älteren.

Nach dem Austritte des Eies verwandelt sich der geplatzte Follikel in ein sogenanntes Corpus luteum. Beim Hunde beginnt, wie wir gesehen haben, nach Bischoff diese Metamorphose schon vor dem Austritte des Eies, indem den Granulationen ähnliche Wucherungen an der Innenfläche des Follikels erscheinen. Die Austrittsstelle der Eier macht sich anfangs noch als eine kleine, von einem lebhaft rothen Gefäßkranze umgebene Oeffnung bemerkbar; sie schließt sich aber in einigen Tagen vollständig, zuerst in der Tunica fibrosa des Eierstockes und später im Follikel selbst, so daß sie nach Abpräparation jener hier noch gefunden wird, während sie dort nicht mehr deutlich ist. Ein kleiner rother Fleck bezeichnet noch längere Zeit die Stelle des Aufbruchs. Im Inneren des Follikels wandeln sich nach Wagner [2]) und Bischoff [3]) die Zellen der Membrana granulosa in große ovale, mit dunklen Molecülen dicht gefüllte Zellen um, die einen hellen Nucleus besitzen. Daneben findet eine neue Exsudation von Liquor sanguinis Statt, woraus

---

1) A. a. O. S. [..] 2) Physiologie. S. 90.
3) Entwicklungsgeschichte. S. 31. ff.

sich neue Zellen und Gefäße, die mit der Wandung des Follikels in Verbindung treten, den Granulationen ähnlich, entwickeln. Die Zellen-Wucherung schreitet von der Peripherie gegen den Mittelpunkt des Follikels hin fort, so daß die anfängliche centrale, mit einem bald flüssigen, bald coagulirten und oft mehr oder minder blutig gefärbten Inhalte gefüllte Höhle allmälig sich verkleinert und endlich vollkommen geschlossen wird. Alsdann schrumpft die Masse sammt dem Follikel, mit narbiger Einwärtsziehung der Tunica fibrosa an der Aufbruchsstelle, zu einem linsenförmigen gelben Körper zusammen, der im Inneren, seiner Entstehung gemäß, eine strahlige Textur zeigt. Ein Bluterguß in den geplatzten Follikel vor der Bildung des Corpus luteum kommt nach Bischoff's Beobachtungen bei Hunden und Kaninchen nur selten vor, öfter dagegen bei Schweinen; Bischoff hält diese Blutung für eine secundäre, die ihre Quelle in den neu entstandenen Gefäßen habe. Beim Menschen dagegen scheint ein Blutaustritt sehr gewöhnlich und gleich ursprünglich beim Platzen des Follikels sich zu ereignen. Man findet in der Regel zu Anfange im Inneren des geplatzten Follikels ein locker geronnenes dunkelrothes Blut, das von einer peripherischen weißen oder farbigen Fibringerinnung von verschiedener Dicke umschlossen ist. Allmälig entfärbt sich das Blutcoagulum zum Rostbraunen, Hefengelben, zerfällt zu einem Breie, der sich nach und nach eindickt oder in eine äußere Fibringerinnung und eine innere allmälig wieder durch Resorption schwindende Serosität sondert. Dabei schrumpft der vorher angeschwollene und ausgedehnte Follikel oft unter sein normales Volumen zusammen. Rokitansky[1]) betrachtet diesen Proceß zwar als das Resultat einer menstrualen Congestion im Ovarium, hält ihn jedoch mit Unrecht, unter der Bezeichnung »Apoplexie der Follikel« für eine pathologische Erscheinung. Abweichende Ansichten über die Entstehungsweise der Corpora lutea sind namentlich von den englischen Autoren aufgestellt. Montgomery[2]) und Barry[3]) behaupten, der gelbe Körper bilde sich zwischen der inneren und äußeren Haut des Graaf'schen Bläschens. Nach Paterson[4]) entsteht zwischen den beiden Blättern des Graaf'schen Bläschens ein Bluterguß, dessen Faserstoff sich organisirt und in den gelben Körper umwandelt. Nach Lee[5]) bildet sich die Masse des gelben Körpers nach außen um die entleerte Kapsel des Graaf'schen Bläschens herum in dem Stroma des Eierstockes. Die Bildung des Corpus luteum muß lediglich als ein Vernarbungsproceß des geplatzten Follikels angesehen werden. Die auch von Montgomery und Lee mehrfach berührte Frage nach den diagnostischen Merkmalen wahrer und falscher, d. h. ohne vorausgegangene Schwängerung entstandener Corpora lutea, zerfällt nach den neueren Untersuchungen, welche die Unabhängigkeit dieser Bildung von der Befruchtung darthun, in nichts.

Für die seltenen Fälle, wo das Ei sich im Ovarium selbst entwickelt, glaube ich annehmen zu müssen, daß es nicht zu einer Berstung des Follikels kam, sondern daß dieser mit dem befruchteten Ei zugleich fortwächst. Denn bei der oberflächlichen Lagerung des Follikels ist es nicht denkbar, durch welche Kräfte das Ei, wenn es einmal ausgetreten ist, sollte zurückgehalten werden. In einem tiefer gelegenen Follikel aber möchte das Ei wohl kaum einer Befruchtung zugänglich sein, abgesehen davon, daß solche Eier in der Regel noch nicht ihre vollständige zur Befruchtung nöthige Reife erlangt haben.

---

[1]) A. a. O. III. S. 589.
[2]) Die Lehre von den Zeichen u. s. w. der Schwangerschaft. Uebers. v. Schwann.
[3]) A. a. O. [4]) Edinburgh med. and surg. journ. Vol. LIII. Nr. 142 et 145.
[5]) Lond. med. chirurg. transactions. 1839. XX.

Das ausgetretene Ei wird von der entsprechenden Tuba aufgenommen, die mit ihren Fimbrien den Eierstock umfaßt hält. Bei den niederen Thieren stellt der Eileiter die unmittelbare Fortsetzung des Eierstockes, als dessen Ausführungsgang dar. Bei den höheren Thieren dagegen sind beide getrennt und treten nur periodisch zu einer innigeren Verbindung zusammen. Bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen ist das Zustandekommen derselben durch die Nähe des Eierstockes und des Trichters der Tuba erleichtert. Die Anlegung der Fimbrien an den Eierstock wird wesentlich durch die größere Turgescenz unterstützt. Haller und Walther sahen bei Injectionen die Fimbrien sich aufrichten und an das Ovarium anlegen [1]). Unerklärt bleibt dabei, wie es kommt, daß die Fimbrien gerade den Theil des Eierstockes umfassen, wo sich das reife, zum Austritte bestimmte Ei befindet. Die organische Verbindung zwischen Eierstock und Tuba, welche neuerdings Panck in Dorpat in einem Falle 5 Tage nach einer, jedoch nur vermutheten, Conception beobachtete, ist sicherlich keine physiologische Erscheinung, um den Uebergang des Eies zu sichern, sondern gehört in das Gebiet der Pathologie. Die Anlegung der Fimbrien an den Eierstock muß natürlich, wenn hier die Befruchtung statthat, schon vor dem Austritte des Eies erfolgt sein, damit der Samen zu demselben gelangen konnte. Wie lange diese Umfassung dauert, darüber weichen die Angaben der Schriftsteller ab, weil man irrthümlich von dem zufälligen Zeitpunkte der Begattung an rechnete. Doch mögen auch manche individuelle Verschiedenheiten hier stattfinden. Nach Wagner [2]) bleibt der Eierstock zuweilen, z. B. beim Schweine, Wochen lang von dem Trichter umfaßt. Lassen die Fimbrien zu früh von dem Eierstocke ab, so muß das Ei nach seinem Austritt in die Bauchhöhle fallen. Dasselbe würde jedoch auch geschehen, wenn die Fimbrien sich an eine falsche Stelle des Ovariums angelegt hätten, die Spermatozoiden aber hierauf durch eigene Bewegung zu dem Eie gelangten und so die Befruchtung vermittelten. Alle sonst angegebenen Gründe der Bauchhöhlenschwangerschaft, als regelwidrige Kürze der Tuben, Mangel der Fimbrien oder gehinderte Anlegung derselben an den Eierstock, z. B. durch Schreck während der Begattung, sind unstatthaft, weil sie zugleich die Befruchtung ausschließen.

Das von der Tuba aufgenommene Ei wird durch dieselbe zum Uterus hin bewegt. Die bewegenden Kräfte sind wahrscheinlich theils die Contractionen der Muskelhaut der Tuba, die hier in umgekehrter Richtung wie bei der Leitung des Samens zum Eierstocke wirken müssen und, wie Bischoff bemerkt, in der antiperistaltischen Bewegung in der Speiseröhre der Wiederkäuer ihr Analogon finden, theils die Wimperbewegung der Schleimhaut, die beständig vom Eierstocke gegen den Uterus hin gerichtet ist. In der Mehrzahl der Fälle fand Bischoff die Cilien hinter dem Eie in dem bereits von ihm durchlaufenen Theile der Tuba zerstört. Wie lange das Ei bei seinem Durchgange in der Tuba verweilt, läßt sich nicht mit Sicherheit angeben. Bischoff hält es für wahrscheinlich, daß der Durchgang des Eies durch den Eileiter um so langsamer erfolge, je höher das Thier stehe, und meint demnach, daß das Ei bei dem Menschen schwerlich vor dem 12. bis 14. Tage im Uterus zu erwarten sei. Die hergebrachte Zeitrechnung von dem muthmaßlichen Tage der Conception an ist natürlich aus den bereits angeführten Gründen nicht gültig. Eine Störung in der Fortleitung des Eies hat eine Tubenschwangerschaft zur

---

[1]) Vergl. Bischoff's Entwicklungsgeschichte, S. 34.
[2]) A. a. O. S. 91.

Folge. Der Grund dieser Störung kann ein mechanischer sein, z. B. eine Verstopfung des gegen die Uterinmündung sich verengenden Kanales durch Ansammlung von Secret, oder Aufwulstung der Schleimhaut, nicht aber eine länger bestandene Verwachsung, die ja die Befruchtung unmöglich gemacht hätte. Aber auch eine Abnormität der bewegenden Kräfte, eine Paralyse der Muskelfasern, oder eine vorzeitige Abstoßung des Wimperepitheliums in Folge der regelwidrig gesteigerten Menstrual-Congestion könnte die Forleitung des Eies zum Uterus hindern.

Die Ovarien zeigen noch längere Zeit nach dem Austritte des Eies einen gewissen Grad von Turgescenz. Röderer [1]) fand bei einer im 6. Monate der Schwangerschaft Verstorbenen das rechte Ovarium, in welchem sich das Corpus luteum befand, bei gleicher Länge um 1''' breiter und 3''' dicker, als das linke. Auch die Tuben sind noch Wochen lang blutreicher, strotzender und weniger geschlängelt, als im ungeschwängerten Zustande.

Die bei weitem wichtigsten und andauerndsten Veränderungen gehen während der Schwangerschaft im Uterus vor sich.

Die Congestion, welche in diesem Organe noch in Folge der voraufgegangenen Menstruation bestand, nimmt nach der Befruchtung zu oder tritt auf's Neue ein, wenn sie bereits nachgelassen hatte. Die Gefäße sind dicker und strotzen von Blut, auch die Lymphgefäße schwellen an und erreichen nach Cruikshank die Dicke einer Federspule [2]). In Folge dieser Congestion kommt es aber nicht, wie bei der Menstruation, zu einem Blutaustritt, sondern es findet auf der ihres Epitheliums beraubten Schleimhaut eine faserstoffige Exsudation Statt, aus der sich die sogenannte Membrana decidua entwickelt, von der später ausführlicher die Rede sein wird. Die Menstruation kehrt in der Regel nicht wieder, doch liegt der Grund dieses Ausbleibens nicht, wie man früher annahm, im Uterus, weil die Blutung mechanisch durch die Decidua gehindert sei, sondern wahrscheinlich in den Ovarien, wo die typische Reifung der Eier, vielleicht antagonistisch durch die gesteigerte Erregung im Uterus, unterbrochen ist, sowie später im Wochenbette durch die entwickeltere Thätigkeit der Brüste. Tritt sie dennoch ein, so beschränkt sich die consecutive Schleimabsonderung und Blutung in der Regel auf den Hals des Uterus und die Scheidenschleimhaut, oder führt, wenn sie sich auf die Uterinhöhle erstreckt, die Lösung des Eies und somit Abortus herbei.

Der schwangere Uterus nimmt mit seinem Inhalte an Größe zu. Sein Längendurchmesser steigt von 3'' bis auf 12'', der Querdurchmesser von 1½'' bis auf 8 bis 9'', der Durchmesser von vorn nach hinten von 1'' bis auf 6 bis 8'', der größte Umfang in der Nähe der Tubenmündungen beträgt am Ende der Schwangerschaft 25 bis 28'', und während der nicht schwangere Uterus etwa 16'' Oberfläche hat, besitzt der schwangere nach Levret 339''. Seine Höhle erweitert sich zu einem Raume von 400 Cub.'', so daß sie sich zu der des jungfräulichen Uterus wie 544 : 1 verhält [3]). Diese Ausdehnung ist keineswegs eine bloß mechanische in Folge der zunehmenden Größe des Eies, denn in diesem Falle müßten die Wandungen des Uterus auf's Aeußerste verdünnt werden, sondern sie ist wesentlich durch das eigene Wachsthum des Organes bedingt. Die Masse der Wandungen des nicht schwangeren Uterus beträgt nach Levret 4¼ bis 4½ Cub.'', am Ende der Schwangerschaft dagegen 50 bis 52 Cub.'' Die Dicke der Wandungen nimmt im Anfange so-

---

1) Icon. uter. human. grav. 2) Vergl. Burdach a. a. O. II. S. 83.
3) Reil, Archiv. Bd. VII. S. 405.

zwar trotz der beträchtlichen Ausdehnung zu, späterhin aber bis zu Ende wieder ab; doch treten sowohl Zu- als Abnahme nicht gleichmäßig in den einzelnen Uterinabschnitten ein. Nach Hunter[1]) steigt die Dicke der Wandungen in der ersten Hälfte der Schwangerschaft von 4 bis 5''' auf 6 bis 8''' und nimmt späterhin bei der wachsenden Vergrößerung des Umfanges etwas, aber nicht bedeutend ab. Meckel hat nach der Untersuchung von 16 Gebärmüttern aus allen Perioden der Schwangerschaft gefunden, daß die Dicke der Wandungen anfangs etwas, aber nicht beträchtlich zu-, dann aber bis gegen das Ende der Schwangerschaft allmälig bedeutend abnimmt. In der 3. Woche nach der Empfängniß waren die Wände 6''', im Anfange des 3. Monates 5''', im Anfange des 4. Monates 4''', gegen das Ende desselben in 2 Fällen 4''', in einem oben 3''', unten 4''', in einem vierten 5''', im 5. Monate in einem Falle 3''', in einem anderen oben 2''', unten 4''', im 6. und 7. Monate nicht völlig 3''', im 8. Monate in 2 Fällen 2 bis 2½''', in einem dritten oben 3''', unten über 4''' dick, im 9. Monate noch etwas dünner[2]). Nach der Geburt erscheinen die Wandungen, obwohl die Gefäße entleert sind, dicker wegen der stärkeren Contraction und der Verkleinerung des Umfanges. Meckel fand sie nach Niederkünften im 7. bis 9. Monate in der Regel 1'', Röderer (a. a. O.) nach einer Verblutung in Folge der Geburt noch 7''' dick. Nach den Untersuchungen, die Meckel an 12 Gebärmüttern anstellte, betrug das Gewicht des Uterus einige Tage nach der Geburt noch 24 ℥, während der jungfräuliche Uterus etwa nur 1 ℥ wiegt. Aus diesen Angaben erhellt zur Genüge die bedeutende Massenzunahme, welche der Uterus in der Schwangerschaft erfährt. Im Anfange herrscht das Wachsthum in die Dicke, später mehr in der Richtung der Fläche vor. Das Wachsthum und die Vergrößerung des Uterus sind selbst da bemerkbar, wo das Ei sich nicht in demselben befindet, mithin jede mechanische Ausdehnung wegfällt, wie bei der Graviditas extrauterina, oder in dem nicht schwangeren Horne eines Uterus duplex. Doch hat die mechanische Ausdehnung, namentlich in den späteren Schwangerschaftsmonaten, bei der Uterinschwangerschaft immer einigen Antheil an der Vergrößerung des Organes. Diese ist natürlich um so beträchtlicher, je geringer das Wachsthum der Wandungen und je umfangreicher der Inhalt ist. So habe ich nicht selten bei regelwidrig gesteigerter Ansammlung von Fruchtwasser, oder bisweilen auch ohne diese bei Schwangeren, die an einer abzehrenden Krankheit litten, die Wände des Uterus im höchsten Maße verdünnt gesehen. Ist das Mißverhältniß der Masse zu der benöthigten Ausdehnung bedeutender, so kann es selbst zu einer Zerreißung der Wände in der Schwangerschaft führen, wie man es bei Schwangerschaft eines Uterus bicornis beobachtet hat[3]).

Bei dem Wachsthum des Uterus sind sämmtliche Gewebe, die dieses Organ zusammensetzen, betheiligt. Gefäße und Bindegewebe, welche vorzugsweise den Raum zwischen der äußeren und inneren Muskelschicht ausfüllen und mit dem sie durchkreuzenden Netzwerk von Muskelfasern die sogenannte vasculöse Mittelsubstanz darstellen, nehmen an Zahl und Umfang zu. (Von der Entwicklung der Gefäße an der Placentarstelle wird noch besonders die Rede sein.) Die Vergrößerung der Höhle setzt nothwendig ein Wachsthum der sie auskleidenden Schleimhaut voraus. Am meisten in die Augen fallend

---

[1]) Anatom. Beschreibung des schwangeren menschl. Uterus. A. d. Engl. mit Zusätzen von Froriep.

[2]) Vergl. Busch a. a. O.

[3]) Rokitansky a. a. O. III. S. 532.

ist die Ausbildung der eigenthümlichen Musculatur dieses Organes. Die Muskelfasern entwickeln sich hier auf dieselbe Weise wie im Embryo, so daß man zu dieser Zeit alle Entwicklungsperioden des Muskelfleisches neben einander im Uterus beobachten kann [1]). Doch fehlen dem ungeschwängerten Uterus die Muskelfasern keineswegs ganz, wie man früher anzunehmen geneigt war. Ich habe selbst in dem Uterus eines neugeborenen Mädchens unter der vorherrschenden Masse von Bindegewebsfasern schon Muskelfasern, obwohl in geringer Menge, gefunden. (Die Anordnung der Musculatur wird später bei dem Mechanismus der Wehen ausführlich besprochen werden.) Daß auch die Nerven des Uterus während der Schwangerschaft an Umfang zunehmen, war eine längst bekannte Thatsache [2]). Bei der starken Neubildung von Muskelfasern und bei der außerordentlichen Thätigkeit, welche diese in dem Acte der Geburt entwickeln, ließ sich a priori annehmen, daß die Umfangszunahme der Nerven vorzugsweise durch eine Entwicklung der motorischen Fasern bedingt sei. Diese Annahme schien durch Remak's [3]) Untersuchungen eine Bestätigung zu erhalten. Remak untersuchte die Nerven des Uterus bei Schweinen. Im nicht schwangeren Zustande waren sie sehr fein, weißlich und bestanden aus einer überwiegenden Menge von Primitivröhren. Die Nerven des schwangeren Uterus dagegen fand er aus einer überwiegenden Menge grauer, organischer (motorischer) Fasern zusammengesetzt, während die Zahl der Primitivröhren unverändert geblieben war. Da sich indessen nach den neueren Untersuchungen unter Remak's organischen Nervenfasern wesentlich heterogene Gebilde, namentlich Bindegewebsfasern mit einbegriffen finden, so bleibt einer ferneren Beobachtung die Entscheidung vorbehalten, ob der vermehrte Umfang der Uterinnerven in der Schwangerschaft wirklich durch eine vorherrschende Entwicklung der sympathischen Nervenfasern im Sinne Volkmann's und Bidder's [4]) herbeigeführt wird.

Das Wachsthum scheint nicht immer in allen Gewebselementen des Uterus gleichmäßig vorzugehen. Zwar liegen, so viel mir bekannt ist, directe Beobachtungen über diesen Gegenstand nicht vor. Allein wenn auch der anatomische Nachweis zur Zeit noch fehlt, so werden wir doch durch die Verschiedenheiten in der Dicke und Consistenz der Uterinwandungen und diesen entsprechende Differenzen in der Action bei der Geburt, wie sie uns die tägliche Erfahrung zeigt, zu einer solchen Annahme berechtigt. Bald finden wir dünne, glatte, fast darmähnliche Uterinwände mit einer sehr energischen Contractionskraft; hier scheinen fast ausschließlich die Muskelfasern entwickelt zu sein. In anderen Fällen sind die Wandungen dick, massig, schwer, oder weich und schwammig, ihre Contractionskraft ist namentlich im Anfange der Geburt gering; diesem liegt wahrscheinlich eine luxuriöse Entwicklung des Bindegewebes und der Gefäße zum Grunde.

Das Wachsthum des Uterus in der Schwangerschaft hat seinen nächsten physikalischen Grund in einer Hyperämie dieses Organes, die, so wie sie im Anfange und vorübergehend ein faserstoffiges Exsudat auf der Schleimhaut setzt, aus dem sich die Decidua entwickelt, so andauernd im Parenchyme eine vermehrte Ausschwitzung von Liquor sanguinis unterhält, der sich schnell in

---

1) Müller a. a. O. II. S. 760.

2) Vrgl. Hunter a. a. O. u. Tiedemann, tabulae nervorum uteri. Heidelb. 1822.

3) Beitr. z. Kenntn. d. organ. Nervensyst. Medic. Zeitung v. Vereine f. Heilkunde in Preußen. 1840. Nr. 16.

4) Ueber die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystemes. Leipzig 1842.

ischen Weise wie bei der embryonalen Entwicklung der Gewebe organisirt. Aber weßhalb nimmt die Hyperämie hier diesen Ausgang, während sie bei der Menstruation nur zu einer vermehrten Schleimabsonderung und Blutaustritt führt. Wie wirkt hier die Befruchtung ein? Die Decidua bildet sich im Uterus noch vor dem Eintritte des Eies in denselben, bis wohin die sinnenfälligen Erscheinungen in den Ovarien und Tuben von denen bei der Menstruation nicht abweichen. Aber auch für die spätere Entwicklung des Uterus ist die Gegenwart des Eies in demselben nicht nothwendig, denn bei der Graviditas abdominalis scheint die innere Ausbildung in diesem Organe keine Störung zu erleiden, wie dies theils die Volumenszunahme desselben, theils vor allem die zur gehörigen Zeit sich einstellenden Wehen darthun. Wir wissen, wie groß der Einfluß der specifischen Gewebe auf die Umwandlung der Exsudate ist, sobald diese nur ein gewisses Maß nicht übersteigen. So bewirken leichte und wiederholte Hyperämien Hypertrophie, z. B. in den Muskeln, in der Epidermis. So erscheint auch im Uterus nicht selten eine Hypertrophie ganz ähnlich jener, die der Schwangerschaft zukommt, wenn durch Fibroide ein andauernder Congestivzustand in demselben unterhalten wird [1]). Aber was bringt in der Schwangerschaft eine solche andauernde Hyperämie und Exsudation, wenn das Ei sich nicht im Uterus befindet? Wie dem Ei, so scheint auch dem Uterus durch den Act der Befruchtung der Impuls für die ganze innere Entwicklung mitgetheilt zu werden. Wie dies geschieht und wie der männliche Samen hier einwirkt, bleibt uns freilich durchaus räthselhaft.

Mit dem Wachsthum und der Vergrößerung des Uterus ist eine Aenderung seiner Gestalt verbunden. Die im Allgemeinen dreieckige Form, die sich während der Pubertät entwickelte, geht in der Schwangerschaft allmälig in ein Ovoid mit abwärts gekehrter Spitze über. Wie das Wachsthum sich im Anfange vorzugsweise auf den Grund und Körper beschränkt, so kommt auch hier zuerst parallel damit die Umgestaltung der Form zu Stande, die Schenkel ihrer Höhle wölben sich oben und seitlich nach außen hervor und werden nach innen concav, so daß die Gestalt der Höhle nun der äußeren Form des Organes entspricht; die hintere Wand zeigt dabei eine stärkere Convexität nach außen, als die vordere. Der Kanal des Halses wird erst später in das Cavum des Körpers mit hineingezogen. Dieser allmälige Uebergang hat besonders ein praktisches und diagnostisches Interesse, doch findet er wohl nur selten oder nie in der regelmäßigen Folge Statt, wie es gewöhnlich in den geburtshülflichen Handbüchern angegeben und durch Hysteroplasmen versinnbildlicht wird. Auch geschieht es keineswegs immer auf dieselbe Weise. In der Regel bleibt der Kanal des Halses in der ersten Hälfte der Schwangerschaft unverändert, nur die Substanz seiner Wandungen nimmt besonders an der Basis an Masse und Umfang zu. Dadurch bekommt der Hals eine mehr conische Gestalt, er erscheint äußerlich verkürzt, weil seine Abgrenzung vom Körper weniger scharf hervortritt. Diese Massenzunahme an der Basis des Halses ist immer mit einer Auflockerung seines Gewebes verbunden, die sich bisweilen jedoch anfangs auf die Schleimhaut beschränkt. Erst in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft und oft erst in den letzten Wochen beginnt der innere Muttermund sich zu erweitern und der Kanal des Halses wird so unter steigender Verdünnung seiner Wandungen allmälig entfaltet, bis, nach Kilian's Ausdruck, der innere Muttermund fast in gleicher Ebene mit dem äußeren liegt, ihn aber in weitem Kreise umgiebt. Die Entfaltung des Halses ist theils eine Folge des Wachs-

[1]) Rokitansky a. a. O. III. S. 545.

thumes seiner Wandungen in die Fläche, theils wird sie mechanisch durch den Druck der immer schwerer lastenden Frucht bedingt, theils vielleicht, zumal in dem letzten Schwangerschaftsmonate, durch periodische Contractionen, die sich vom Grunde des Uterus aus abwärts ziehen. In anderen Fällen aber erweitert sich der innere Muttermund schon frühzeitig und ohne besondere vorgängige Verdickung seiner Wandungen durch vorwaltendes Wachsthum derselben in die Fläche. Der Kanal des Halses ist schon von Anfang an wirklich, nicht bloß scheinbar verkürzt und wird in stetiger Progression in die Höhle des Körpers hineingezogen. Dieser letztere Entwickelungsgang wird vorzugsweise bei Mehrgebärenden beobachtet, während der vorige bei Erstgebärenden der gewöhnlichere ist. Bei jenen bleibt gewöhnlich noch bis zum Eintritte der Geburt ein mehr oder minder langer Rest des Scheidentheiles unverwandt zurück, bei diesen dagegen verstreicht er in der Regel vollständig oder ist nur noch als ein Zäpfchen oder Knötchen an dem unteren Ende des Gebärmutter-Ovoids fühlbar. Selten und fast nur bei alten Erstgebärenden zeigt der Hals im Anfange Monate lang gar keine Veränderungen, er bleibt hart und unverkürzt, kaum an seiner Basis etwas verdickt, um sich später, desto schneller, oft zum Theil erst während der Geburt, auf eine der angegebenen Weisen zu entfalten. Der äußere Muttermund bietet bei den Veränderungen des Halses ein verschiedenes Verhalten dar. Fast immer flacht sich wie bei der Menstruation die vordere Muttermundslippe schon frühzeitig ab, und beide Lippen werden an Länge einander gleich, ihre Substanz erscheint dabei aufgelockert und erweicht, bald in ihrer Totalität, bald mehr am inneren Rande, wobei der Muttermund sich trichterförmig eindrücken läßt, bald mehr am äußeren, wo der innere als ein dünner Saum fühlbar bleibt. Gleichzeitig und als Folge der Rundung des Gebärmutterhalses, sowohl durch Verdickung seiner Wandungen als durch Entfaltung seines Kanales, rundet sich in der Regel auch der äußere Muttermund, früher und constanter bei Erstgebärenden, als bei Mehrgebärenden, wo er oft noch lange in die Quere gezogen ist. Bei jenen bleibt er meist bis zu Ende der Schwangerschaft geschlossen und öffnet sich erst bei der Geburt durch die Wirkung der Wehen. Bei diesen beginnt er gewöhnlich schon früher sich zu öffnen durch das stärkere Wachsthum seiner schon einmal durch die Geburt ausgedehnten Wandungen in die Fläche, und der Kanal des Halses wird somit in der Regel von beiden Enden her gleichzeitig entfaltet, bald vorherrschend in der einen, bald in der anderen Richtung; in den letzten Wochen der Schwangerschaft ist dann meistens der ganze Kanal, oder was noch von ihm als solcher übrig ist, bis zu den Eihäuten hin für den untersuchenden Finger zugänglich, wobei die Grenze, bis zu welcher die Entfaltung von der Uterinhöhle aus vorgeschritten ist, — also nicht immer der wahre innere Muttermund — als ein scharfer vorspringender Rand gefühlt wird. In einzelnen seltenen Fällen habe ich auch bei älteren Mehrgebärenden bis in den 4. oder 5. Schwangerschaftsmonat hin die Entfaltung des Halses auf seinen oberen Abschnitt beschränkt gesehen, so daß der äußere Muttermund um diese Zeit noch eine nur wenig klaffende Querspalte mit längerer vorderer Lippe darstellte.

Der Uebergang des schwangeren Uterus in die ovoidale Form ist zwar wesentlich durch die Gestalt des Eies bedingt und entwickelt sich im Allgemeinen um so regelmäßiger, je mehr der Embryo mit seiner Längenaxe in die des Uterus einfällt. Andererseits kommen jedoch Abweichungen von der regelmäßigen Eiform nicht selten vor und sind mit Schieflagen der Frucht verbunden, ohne daß diese den Grund jener enthalten, vielmehr ist das Umgekehrte der Fall. Man erkennt dies schon aus der Beständigkeit, mit welcher sich solche

Formabweichungen in jeder folgenden Schwangerschaft wiederholen, und an dem früheren Fortbestehen derselben nach der Ausstoßung des Kindes, so lange der Uterus noch oberhalb der Symphyse der Untersuchung zugänglich ist. Diese Formabweichungen des Uterus beruhen in der Mehrzahl der Fälle auf einer ursprünglichen fehlerhaften Bildung des Organes. Die hauptsächlichsten derselben sind die Bicornität und die Schiefheit des Uterus. Die Bicornität muß wohl immer als eine Hemmungsbildung angesehen werden — vorherrschende Entwicklung der Uterinalhörner und dagegen Zurückbleiben des Mittelstückes oder des Fundus uteri. Sie bietet verschiedene Grade dar, je nachdem die beiden Hörner an einem höheren oder tieferen Punkte ihres inneren convexen Randes zusammenstoßen. Sie wird vielleicht in der Schwangerschaft durch die hier so überwiegende Entwicklung des Grundes in etwas wieder ausgeglichen. In den geringeren Graden des Uebels giebt sich ein solcher schwangerer Uterus durch eine mehr oder minder beträchtliche Depression seines Grundes in Form eines Kartenherzens zu erkennen. In dem einen Horne findet man in der Regel den Steiß oder Kopf des Kindes, das andere wird durch Liquor amnii, bisweilen aber auch durch die Placenta ausgefüllt; leicht entsteht bei oberflächlicher Untersuchung der Anschein einer Zwillingsschwangerschaft. Die Schiefheit des schwangeren Uterus beruht ebenfalls in der Regel auf einer ursprünglichen Mißbildung. Die Möglichkeit einer solchen angeborenen Schiefheit ist durch die physiologische Entwicklung des Uterus aus dem Zusammenstoßen zweier seitlicher Hörner gegeben, eine Ungleichmäßigkeit in dem Wachsthume der beiden Uterinhälften ruft sie nothwendig hervor. Der Körper des Uterus erscheint nach der Seite des entwickelteren Hornes hin in der Gegend des inneren Muttermundes winkelig oder unter einem flachen Bogen von dem meist gerade stehenden Cervix abgelenkt und ein Perpendikel durch die Axe des letzteren gezogen, scheidet den Uterus in zwei sehr ungleiche Hälften, von denen die größere auf die Seite der Abbiegung fällt. Das unvollkommener entwickelte Horn steht mit seiner Tuba tiefer als das andere und ist in seinen Wandungen oft um ein Beträchtliches dünner. In anderen Fällen sind beide Uterinhälften gleichsam an einander verschoben, der obere Rand des Uterus liegt dann noch weniger in einer Horizontalebene und auch die Vaginalportion ist in entsprechender Weise schief. Diese Formabweichung ist in der Regel mit der vorigen verbunden, immer aber findet zugleich mit ihr eine Schieflage Statt. Bisweilen ist jedoch die Schiefheit des Uterus auch eine erworbene, durch einseitige und locale Zerrung des Organes z. B. in Folge von Adhäsionen bedingt [1]).

Mit der Vergrößerung ändert sich außer der Form auch die Lage des Uterus. In Folge der Anschwellung und der vermehrten Schwere sinkt der Uterus in den beiden ersten Schwangerschaftsmonaten tiefer in's Becken herab, so daß er etwa in der 10. Woche seinen tiefsten Stand erreicht. Er nimmt dabei, wie während der Menstruation, eine geradere Stellung an. Nach dieser Zeit aber findet er für das zunehmende Wachsthum nicht Raum mehr im kleinen Becken, er beginnt sich aus demselben zu erheben, sein Grund neigt sich wieder mehr nach vorn und in dieser Richtung wächst er in die Bauchhöhle hinein. Bei seiner höheren Lage und fortschreitendem Wachsthume stützt er sich nach unten hauptsächlich auf die Scheide, mit der er im Gegensatze zu den Thieren, wo der Mangel der aufrechten Stellung es entbehrlich macht, einen

---

[1]) Vrgl. Tiedemann, Von den Duverney'schen, Cowper'schen oder Bartholin'schen Drüsen des menschlichen Weibes und der schiefen Gestaltung und Lage der Gebärmutter. Heidelberg und Leipzig 1840. — Rokitansky a. a. O. III. S. 527.

Winkel bildet, nach vorn lehnt er sich an die Bauchwand an und ruhet seitlich auf den beim Weibe breiteren und flacheren Darmbeinen. Die Gedärme werden anfangs nach oben und zur Seite gedrängt und treten später ganz hinter ihn zurück. In der zweiten Hälfte der Schwangerschaft neigt sich der Grund des Uterus in der Regel mehr auf die eine oder die andere Seite hin und zwar häufiger auf die rechte. Dieser Abweichung des Fundus von der Mittellinie liegt jedoch keineswegs immer eine wirkliche Schieflage zum Grunde, sie ist vielmehr häufig durch eine asymmetrische Entwicklung der beiden Uterinhälften bedingt und man findet den Scheidentheil entweder gerade stehend oder selbst nach derselben Seite, wie den Fundus gerichtet. Oft aber liegt der Uterus auch wirklich schief, weil er als ein runder Körper an der runden Wirbelsäule keine gehörig feste Anlage findet, oder weil er ursprünglich eine schiefe Lage besaß. Die Schieflage ist in letzterem Falle entweder angeboren wegen ungleicher Länge der breiten und runden Mutterbänder auf beiden Seiten, oder sie ist eine Folge späterer Krankheit z. B. einseitiger Zerrung durch Verwachsungen mit anderen Organen, Schiefheit des Beckens durch Verkrümmung der Wirbelsäule in der Lendengegend, bei Hinkenden u. s. w. [1]). Im zehnten Schwangerschaftsmonate beginnt der Uterus sich mit seinem Grunde, der jetzt fast bis zur Herzgrube reicht, mehr und mehr nach vorn zu neigen, während der Scheidentheil dem entsprechend nach hinten rückt. Diese Senkung des Uterus ist theils eine mechanische Folge des verminderten Widerstandes der ausgedehnten Bauchdecken und tritt daher um so früher ein, je schlaffer und nachgiebiger diese sind, theils wird sie durch die periodischen den Geburtsact einleitenden Contractionen des Uterus bedingt, die jetzt noch vorzugsweise gegen die runden Mutterbänder als feste Punkte hin zu wirken scheinen.

Das Verhältniß der runden und breiten Mutterbänder zum Uterus ändert sich ebenfalls durch die veränderte Lage, Gestalt und Größe des Organes. Die Masse der runden Mutterbänder nimmt wie die des Uterus in der Schwangerschaft zu, Morgagni fand sie bei einer Wöchnerin bis zur Dicke des Mittelfingers der Hand durch Blut ausgedehnt und Cowper sah sie bei Schwangeren um das Vierfache dicker, als im gewöhnlichen Zustande [2]). Wegen der stärkeren Ausdehnung des Uterus und seines Wachsthumes nach oben verlaufen sie mehr abwärts von demselben zum Leistenringe und verstärken somit seine Neigung gegen die Bauchwand; gleichzeitig rückt durch die vorwaltende Entwicklung der hinteren Uterinwand ihr Ursprung mehr nach vorn. Durch die zunehmende Größe des Uterus werden die Duplicaturen der breiten Mutterbänder entfaltet und die Ovarien und Tuben liegen jetzt dicht an demselben an, so daß nur der untere Theil der letzteren noch frei absteht; zugleich rücken ihre Mündungsstellen im Uterus mehr nach abwärts wegen der stärkeren Entwicklung des Fundus.

Geringer als im Uterus sind die Veränderungen, welche durch die Schwangerschaft in der Scheide und den äußeren Geschlechtstheilen hervorgerufen werden. Es sind im Allgemeinen die Erscheinungen einer gelinden Congestion, welche sich durch Reflex vom Uterus aus auf diese Theile verbreitet und sich durch erhöhte Temperatur, durch Exsudation in's Parenchym und vermehrte Secretion charakterisirt. Sie sind am stärksten ausgesprochen unmittelbar nach der Conception, verschwinden dann bisweilen nach einigen Tagen oder Wochen ganz,

---

1) Vergl. Tiedemann a. a. O.

2) Vergl. Rosenberger, de viribus partum efficientibus etc. Dissert. inaug. Halae 1797. §. 16.

der dauern in geringerem Grade die ganze Schwangerschaft hindurch stetig an, nehmen aber constant in der zweiten Hälfte, zumal gegen das Ende derselben zu. Die Wandungen der Scheide lockern sich auf, ihre zahlreichen Querrunzeln werden, besonders vom sechsten Monate an, entfaltet, so daß bei Mehrgebärenden die vordere Wand in Form einer einzigen großen Falte herabhängt. Ob mit dieser Auflockerung, ähnlich wie im Uterus, eine Entwicklung der Musculatur verknüpft ist, darüber fehlt es an Beobachtungen. Die Secretion der Scheide ist häufig schon gleich im Anfange vermehrt; das Secret ist gewöhnlich weiß, rahmartig (abgestoßenes Epithelium), seltener hell, gelb, eiterartig und enthält alsdann Eiterzellen. Bisweilen ist mit der vermehrten Secretion eine Anschwellung der Schleimhautdrüsen in Gestalt härtlicher, gelblich-weißer oder weiß-röthlicher Knötchen von der Größe eines Hirsekorns bis zu der einer halben Erbse, bald einzeln, bald in größerer Ausdehnung verbunden. Sie nehmen nicht selten die ganze Scheide ein, die dadurch rauh wie ein Reibeisen wird. Neuerdings hat besonders Jacquemin[1]) auf eine bläuliche, bläulich-rothe oder weinhefenartige Färbung der Scheidenschleimhaut aufmerksam gemacht, die nach ihm constant die Schwangerschaft begleiten soll. Sie ist besonders am Scheidengewölbe und Scheideneingange, oft mit scharfer Begrenzung, selten gleichmäßig durch die ganze Scheide entwickelt. D'Outrepont[2]) will sie in 30 Fällen von Schwangerschaft immer wahrgenommen haben, er fand sie einmal bei einer kurz vor dem Tode Geschwängerten und bei verschiedenen behufs dieser Untersuchung getödteten Thieren in jeder Periode der Tragezeit. Die Farbe gleicht ganz der des schwangeren Uterus und verdankt anscheinend nur einer stärkeren Gefäßinjection ihren Ursprung. Sie kommt deßhalb wahrscheinlich auch bei krankhaften Congestionszuständen in diesem Organe vor, auch hat sie Burmeister[3]) dreimal bei Nicht-Schwangeren beobachtet. Ich selbst besitze keine Erfahrungen über diesen Gegenstand. Die Turgescenz der äußeren Geschlechtstheile hält meistens mit der in der Scheide gleichen Schritt; namentlich erscheinen die großen Schamlippen, wie bei der Menstruation, dicker, gewölbter und mehr nach außen umgelegt, so daß der Scheideneingang zugänglicher wird.

Von dem Uterus aus verbreitet sich die Congestion auch in weiterem Kreise auf die äußere Umhüllung der Beckengenitalien. Die Band- und Knorpelmassen des Beckens schwellen an und sind saftreicher und aufgelockerter, als im ungeschwängerten Zustande, in dem Becken selbst prägt sich erst jetzt durch Vollendung des Wachsthumes die weibliche Form vollkommen aus. In dem Zellgewebe der Lenden-, Becken- und Schamgegend führt die andauernde Hyperämie zu einer reichlichen Fettablagerung, besonders vom vierten Schwangerschaftsmonate ab, wodurch der schlanke Wuchs der Frauen mehr und mehr verloren geht. Bei den Frauen der Buschmänner soll sich das Fettpolster an den Hinterbacken gewöhnlich in der Schwangerschaft entwickeln. Die Wandungen der Harnröhre sind gleich denen der Scheide aufgelockert, ihre Mündung ist weiter und wulstiger. Auch das Zellgewebe und die Fascien des Dammes lockern sich nicht selten schon jetzt etwas auf, und werden so zu der beträchtlichen Dehnung, die sie bei der Geburt erleiden müssen, vorbereitet.

---

1) Vergl. Kilian, Geburtslehre. Bd. I. S. 187.
2) Neue Zeitschrift für Geburtskunde. Bd. XIII. Heft 3.
3) Vergl. Birnbaum, a. a. O.

An der Entwicklung des Uterus nehmen durch Nervenreflex auch die Brüste Theil. Henle[1]) hielt es für wahrscheinlich, daß die Nerven beider Organe von einem Punkte der Centralorgane kämen, und stützte sich dabei auf die anatomische Thatsache, daß die Nerven der Brüste mit cerebrospinalen Nerven verlaufen, während die des tiefer liegenden Uterus dem sympathischen Systeme angehören. Indessen hat Volkmann in einigen Zweigen zur Brustdrüse des Weibes wenigstens doppelt so viel feine, sympathische Fasern, als dicke, cerebrospinale gefunden. Bei manchen Frauen sind die Veränderungen der Brüste in der Schwangerschaft sehr gering, so namentlich bei älteren Frauen und bei Frauen mit sehr fetten Brüsten. In der Regel aber beginnt die Entwicklung schon im zweiten oder dritten Monate der Schwangerschaft. Eine Hyperämie mit Ausschwitzung in's Parenchym liegt auch hier den Erscheinungen als nächstes physikalisches Moment zum Grunde. Die Brüste schwellen an unter flüchtigen stechenden oder spannenden Schmerzen, die um so größer zu sein pflegen, je unausgebildeter das Organ noch war, die Gänge und Acini im Inneren werden größer und weiter, letztere rücken dadurch dichter an einander, und bei der äußeren Betastung fühlt man deutlich die entwickelten Lappen des Drüsenkörpers. Die oberflächlichen Hautvenen sind erweitert und bilden ein starkes, blau durchschimmerndes Gefäßnetz, bisweilen sind auch die Lymphgefäße und Achseldrüsen angeschwollen und schmerzhaft, namentlich wenn die Entwicklung rasch und stürmisch geschieht und wahrscheinlich die stärkere Ausschwitzung eine gesteigerte Resorption nöthig macht. Die Areola turgescirt stärker, tritt polsterartig hervor und gewinnt an Umfang, die Pigmentlage unter ihrer Oberhaut wird dicker, und die früher rosenrothe Farbe geht in eine schmutzig-rothe, braune oder selbst schwärzliche über; auch die Warze wird größer und erigirt sich periodisch. Die Absonderung der Glandulae sebaceae auf beiden ist in der Regel vermehrt, sie sind angeschwollen und ragen stärker über die Oberfläche der Cutis hervor; die Epidermis verdickt sich, oder stößt sich beständig in Schuppen ab. Zu diesen äußeren Merkmalen des Wachsthumes gesellen sich bisweilen schon vom dritten oder vierten Monate ab Spuren einer Milchsecretion. Eine bald helle, klare, bald weißliche, trübe, bald gelbliche, dickliche, zähe Flüssigkeit läßt sich aus den Mündungen der Ausführungsgänge hervordrücken, oder fließt periodisch freiwillig aus. Sie ist bei Menschen nicht näher untersucht, wohl aber bei Thieren durch Lassaigne und Simon[1]). Bei diesen waltet in der ersten Zeit das Albumin vor und der Zucker fehlt fast ganz; je mehr aber der Termin des Werfens sich nähert, um so mehr macht das Albumin dem Casein Platz, und zugleich werden Fett und Zucker in größerer Menge gebildet.

Die bedeutende Vergrößerung des Uterus in der Schwangerschaft kann natürlich nicht ohne mechanische Einwirkung auf die benachbarten Organe und Gebilde bleiben, die Gewalt derselben wird aber theils durch die größere Geräumigkeit der Bauchhöhle und die stärkere Nachgiebigkeit der Hypochondrien beim Weibe gemildert, theils dadurch, daß wegen der Langsamkeit des Wachsthumes der Druck nur allmälig sich verstärkt. Von dem dritten oder vierten Schwangerschaftsmonate an werden die Bauchdecken durch den wachsenden Uterus in steigender Progression ausgedehnt. Vor dieser Zeit ist anfangs die Vergrößerung des Uterus noch zu gering, um auf sie einwirken zu können, im zweiten Monate aber führt das Herabsinken dessel-

[1]) Pathologische Untersuchungen, S. 137. [1]) A. a. O. II. S. 280.

ben in's Becken sogar eine Abplattung des Bauches herbei. Von dem sechsten Schwangerschaftsmonate an wird der Nabel von unten her entfaltet; im achten oder neunten Monate, bei Mehrgebärenden früher als bei Erstgebärenden, ist er vollkommen verstrichen und die Haut erscheint an dieser Stelle thurmartig vorgewölbt. Die Einwirkung des Uterus auf die Bauchdecken wird theils durch den Grad seines Umfanges, theils durch das mehr oder minder beträchtliche Wachsthum und die größere oder geringere Dehnbarkeit der Bauchdecken selbst modificirt. Je schlaffer und nachgiebiger diese sind, um so weniger vermögen sie den Uterus zu tragen, um so früher und stärker neigt sich dieser mit seinem Grunde nach vorn und weicht mit seiner Axe von der des Beckens ab. Je mehr die mechanische Ausdehnung über das Wachsthum vorwaltet, um so schmerzhafter werden die Bauchdecken gezerrt und erleiden nicht selten eine beträchtliche Verdünnung. Eine partielle Verdünnung der Haut in der Unterbauchgegend ist in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft eine sehr gewöhnliche und bei Mehrgebärenden fast constante Erscheinung. Sie stellt sich in Form flach vertiefter, bläulich-rother, oft silberglänzender Streifen dar, die parallel der Längenaxe des Körpers verlaufen und sich in der Regel bis auf die Oberschenkel erstrecken. Hier sind die tieferen Schichten der die Haut zusammensetzenden Faserbündel auseinander gewichen und die äußere dichtere Schicht bis zum Durchscheinendsein verdünnt. Die Farbe scheint von dem Grade der Blutstasis an der gezerrten Stelle abzuhängen. Aehnliche Streifen aus derselben Ursache erscheinen auch häufig, namentlich bei Mehrgebärenden, an den Brüsten, wo sie parallel den Milchgängen gegen die Warze sich hinziehen. Die Gedärme werden durch den an Umfang wachsenden Uterus mehr und mehr nach oben und nach hinten gedrängt; der Druck, den dabei das Colon und der Mastdarm erleiden, giebt bisweilen zu einer hartnäckigen Stuhlverhaltung Anlaß. Gegen das Ende der Schwangerschaft trifft der Druck auch den Magen und die Leber; das Erbrechen, das sich öfters im letzten Monate einstellt, zumal wenn durch die Unnachgiebigkeit der Bauchdecken die Senkung des Uterus behindert ist, verdankt in der Regel einer solchen mechanischen Reizung seinen Ursprung. Das Zwerchfell wird in die Höhe geschoben und sein Herabsteigen erschwert; allein das Athmen wird dadurch verhältnißmäßig weniger beeinträchtigt, weil überhaupt beim Weibe die Erweiterung der Brusthöhle mehr in horizontaler Richtung geschieht und weil der Druck vorzugsweise auf den vorderen Theil des Zwerchfelles wirkt und die Lungen somit in den hinteren, hier geräumigeren Abschnitt der Brusthöhle zurücktreten. Doch findet fast immer eine Dichtigkeitszunahme der Lungen in Folge der Compression Statt. Der Druck, den der Uterus auf den Blasenkörper, besonders in den ersten und letzten Schwangerschaftsmonaten ausübt, veranlaßt häufig einen schmerzhaften Drang zum Uriniren, seltener entsteht durch Druck auf den Blasenhals Urinverhaltung. Die Compression der Venenstämme des Beckens ruft Varicositäten, oder, jedoch seltener, Oedeme an den unteren Extremitäten und den Schamlippen hervor. Der Druck auf die Nervengeflechte des Beckens verursacht Schmerzen oder ein Gefühl von Taubheit und Ameisenkriechen in den Schenkeln und erschwerte Bewegung. Durch die zunehmende Anschwellung des Leibes bekommt der Körper immer mehr das Uebergewicht nach vorn, die Schwangere geht daher mit zurückgebogenem Oberkörper und eingezogenem Steiße, findet aber dabei in der eigenthümlichen Stellung ihrer Schenkelpfannen und der größeren Stärke ihrer Lendenmuskeln eine wesentliche Erleichterung.

b. In den übrigen Systemen des Körpers.

Außer den Veränderungen in den Generationsorganen und den unmittelbar davon abhängigen mechanischen Einwirkungen auf die zunächst gelegenen Organe und Gebilde der Bauch- und Beckenhöhle bringt die Schwangerschaft wichtige Umwandlungen in dem Allgemeinbefinden hervor.

Durch die Schwangerschaft erleidet zunächst die Blutvertheilung in dem Körper eine Aenderung. Das Blut strömt in größerer Menge zu den Generationsorganen, vorzugsweise den Beckengenitalien und deren Umgebung, und findet hier seine Verwendung; ein entsprechendes Quantum wird also dem übrigen Körper, zumal dem Oberkörper, entzogen, wenn nicht, wie es jedoch öfters der Fall ist, bei gesteigertem Appetit und gesunder Verdauung ein Plus erzeugt wird. In der Regel aber magern die Arme ab und das Gesicht verliert seine jugendliche Form und Farbe, während die ganze Lenden-, Becken- und Schamgegend voller wird. Bei noch nicht ausgewachsenen Frauen oder Mädchen steht das Wachsthum in der Schwangerschaft still [1]).

Eine andere Gruppe von Erscheinungen bezieht sich auf die Veränderungen, die die Schwangerschaft in dem Stoffwechsel des Körpers hervorbringt. Die Nothwendigkeit solcher Veränderungen läßt sich schon a priori darthun. Die vierwöchentliche Ausscheidung eines faserstofflosen aber farbestoffreichen Blutes durch die Menstruation hat aufgehört; der in so reger Entwicklung begriffene Uterus muß andere Stoffe dem Blute entziehen, andere zurückgeben, als der ruhende im jungfräulichen Zustande; die Ernährung des Fötus geschieht zum größten Theile aus dem Blute der Mutter; die Milchsecretion bereitet sich vor, oder beginnt selbst wirklich; das Athmen ist, wenigstens in der letzten Zeit der Schwangerschaft, mechanisch behindert — Gründe genug, um auf das Vorhandensein der angedeuteten Veränderungen mit Sicherheit zu schließen. Was aber den Nachweis derselben im Einzelnen betrifft, so bietet die Untersuchung hier freilich noch mancherlei und große Lücken dar, deren Ausfüllung einer späteren Zeit vorbehalten ist.

Im Blute, als dem Centrum des Stoffwechsels, dem Medium, durch welches alle von außen eingeführten Stoffe in die Organe des Körpers übergehen, und in welches alle im Lebensproceß zersetzten Materien vor ihrer Ausstoßung aus dem Organismus zurückkehren, muß sich nothwendig jede Veränderung des Stoffwechsels in irgend einem Theile des Körpers aussprechen und reflectiren. Aber bei der Lückenhaftigkeit unseres Wissens über seine Zusammensetzung überhaupt und bei der Unvollkommenheit der wenigen mit dem Blute Schwangerer vorgenommenen Untersuchungen, ist unsere Kenntniß über die Umwandlungen, die es in der Schwangerschaft erfährt, noch sehr gering und dürftig. Fast allen Beobachtern ist die constante Bildung einer Speckhaut in dem Blute Schwangerer aufgefallen. Simon [2]) fand in dem Blute einer im fünften Monate Schwangeren außer einer geringen Speckhaut keine physikalischen Abweichungen vom normalen Blute. In seiner Zusammensetzung zeichnete es sich durch einen etwas geringeren Gehalt an festen Bestandtheilen aus; das Verhältniß des Hämatoglobulin zum Albumin war normal, die Quantität des Fettes etwas vermehrt. Nasse [3]) fand das Blut bei Schwangeren immer kälter, als bei

[1]) Vergl. Pott, Comment. de corporis feminae gravidae mutationibus, iisque cum integra ipsius inter graviditatem valetudine recte conciliandis. Gotting. 1815.

[2]) A. a. O. II. S. 233.

[3]) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie rc., Bd. I.

Nicht-Schwangeren; das specifische Gewicht betrug oft nur 1045 (sonst 1050 und mehr), das Serum wog im Mittel 1025,5 (sonst 1026,5) und war häufig durch einen stärkeren Fettgehalt getrübt; die Menge des Wassers war stets auffallend vermehrt, ebenso die des Faserstoffes, selbst bis zu 6,0, meist dagegen nur bis zu 3,0 bis 4,0 (sonst 2,1 bis 2,5): die Menge der Blutkörperchen war immer vermindert, außerdem zeichneten sie sich durch das häufigere Vorkommen und die Größe ihrer Kerne aus. Also Verminderung der festen Bestandtheile auf Kosten des Eiweißes und der Blutkörperchen, dagegen Zunahme des Faserstoffes und des Fettes. Die von manchen Schriftstellern, z. B. Burdach, angenommene Vermehrung der Blutmenge überhaupt ist empirisch nicht nachgewiesen; Wallungen und Congestionen geben allein dafür keinen Beweis, sondern lassen sich auf Störungen in der Blutbewegung zurückführen.

Auffallender als im Blute sind die in den Secreten der Schwangeren wahrgenommenen Veränderungen. Die bemerkbarsten zeigt der Urin. Nauche[1]) machte zuerst darauf aufmerksam, daß der Urin Schwangerer nach 24 bis 48stündigem Stehen neben einem milchigen Bodensatze auf seiner Oberfläche ein Häutchen bilde. Er nannte, jedoch ohne nähere Untersuchung, die hier sich abscheidende Substanz Kiësteine. Unter Anderen hat Lehmann[2]) diese Angabe einer sorgfältigen Prüfung unterworfen. Nach ihm bietet der Harn vorzüglich im zweiten und dritten, weniger im vierten bis siebenten, gar nicht im ersten, achten und neunten Monate der Schwangerschaft ein eigenthümliches Verhalten dar. In dieser Zeit bildet sich spätestens nach 24stündigem Stehen ein weißes, lockeres, halb schwebendes Sediment; hat dieses einige Stunden gestanden, so lockert es sich auf, kleine rundliche Theile steigen allmälig in die Höhe und bilden auf der Oberfläche eine etwa liniendicke Haut, welche unter dem Mikroskope aus kleinen Kügelchen, Flocken und Fäden zusammengesetzt erscheint; ein Theil dieser Masse sinkt später wieder zu Boden und bildet dort ein weißgraues Sediment, ein anderer Theil legt sich an das Glas an und bildet dort einen membranösen Ueberzug. Immer scheint diese Kiësteine nicht im Harne vorzukommen. Sie ist nach seinen Untersuchungen ein Gemenge von butterartigem Fett, phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak und einer dem Käsestoff ähnlichen Proteinverbindung. Becquerel[3]) hat die Kiësteine nicht gesehen, wie er überhaupt bei gesunden Frauen den Urin in der Schwangerschaft oft nicht vom normalen abweichend gefunden haben will. Eine Verminderung der Kalksalze im Urine der Schwangeren wurde von Donné[4]) beobachtet, nach Anderen sollen sie sogar gänzlich darin fehlen. Lehmann fand stets phosphorsauren Kalk in dem Urine Schwangerer, obwohl in geringerer Menge, dagegen erhielt er aus den feuerfesten Salzen eines solchen Harnes stets weit mehr phosphorsaure Talkerde, als im normalen Harne vorhanden, besonders in den letzten Schwangerschaftsmonaten. Nach Lubansky[5]) soll der Harn während der Schwangerschaft weniger freie Säure enthalten, häufig neutral und selbst alkalisch sein; nach Lehmann's Untersuchungen enthält er, frisch gelassen, ebenso viel freie Säure, als gewöhnlicher Harn, alkalescirt

[1]) Journal de chim. med. 1839. Février.
[2]) Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. S. 252. und Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 23.
[3]) Séméiotique des urines etc. Paris, 1841.
[4]) Vergl. Häser, Repertorium. Bd. V. 6. Nr. 19.
[5]) Vergl. Häser, a. a. O.

aber leichter. In der letzten Zeit der Schwangerschaft wird der Harn nach Lehmann und Becquerel häufig blaß, anämisch und enthält weniger feste Bestandtheile; er übersteigt nach Becquerel das specifische Gewicht von 1011 nicht. Das freie Fett, welches man nicht selten bei der mikroskopischen Untersuchung in Form von Bläschen in dem Harne Schwangerer findet, leitet Lehmann größtentheils vom Schweiße der Genitalien her.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Lungenausdünstung in der Schwangerschaft haben Andral und Gavarret [1]) interessante Untersuchungen mitgetheilt. Nach ihnen nimmt beim Weibe die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure vom achten Lebensjahre bis zur Pubertät zu, steht dann still, so lange das Weib menstruirt, nimmt nach dem Aufhören der Menstruation plötzlich zu und fällt gegen das Greisenalter hin wieder, wie beim Manne. Während der ganzen Dauer der Schwangerschaft ist die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure vermehrt, wie in der Epoche der cessirenden Menstruation.

Die Hautausdünstung soll nach Einigen, z. B. Burdach [2]) bisweilen während der Schwangerschaft einen eigenthümlichen Geruch annehmen. Nach den Beobachtungen Gardini's [3]) entwickelt die Haut in der Schwangerschaft negative Elektricität. Eine sehr gewöhnliche Erscheinung bei Schwangeren bilden die Pigmentablagerungen unter der Oberhaut. Sie kommen constant am Warzenhofe, nächstdem am häufigsten in der Linea alba vor. Wann sie in letzterer entstehen, ob sie auch außer der Schwangerschaft dort beobachtet werden, und wie sie sich nach der Geburt verhalten, ist noch nicht hinreichend festgestellt. Außerdem sieht man nicht selten, zumal im Gesichte, gelbe oder braune Flecken von verschiedener Größe, wie Sommersprossen, erscheinen, die bisweilen zusammenfließen, und in den höheren z. B. von Cowper und Gardini beobachteten Graden eine intensiv schwarze Färbung annehmen. Ich habe sie am häufigsten bei Blondinen gesehen. Sie pflegen sich schon in den früheren Schwangerschaftsmonaten einzustellen, verschwinden bald nach der Geburt und kehren in der Regel mit jeder neuen Schwangerschaft wieder. Nach Krause [4]) verdankt die dunklere Färbung hauptsächlich den dunkleren Kernen der tieferen Epidermisschicht nebst eingestreuten Pigmentzellen ihren Ursprung.

Eine Vermehrung der Gallensecretion in der Schwangerschaft, die nach Kilian's u. A. Angaben stattfinden und sich durch die dunkle Färbung der Faeces, den sparsamen icterischen Urin, galliges Erbrechen oder leichte Assimilation sonst schwer verdaulicher Stoffe (?) charakterisiren soll, habe ich nicht beobachtet.

Bei säugenden Frauen scheint die Milchsecretion durch eine hinzukommende Schwangerschaft nicht selten eine Aenderung zu erleiden, so daß die Kinder jetzt die Brust der Mutter verschmähen. Worin aber diese Aenderung besteht, ist noch nicht ermittelt; auch findet sie keineswegs immer Statt.

Ein Versuch, die angegebenen Erscheinungen zu deuten und ihre Beziehungen unter einander und zur Schwangerschaft festzustellen, muß nothwendig auf große Schwierigkeiten stoßen, theils wegen der Lückenhaftigkeit der Beobachtungen selbst, theils wegen der Dürftigkeit dessen, was wir überhaupt über die chemischen Vorgänge im Organismus und ihr Wechselver-

---

[1]) Vergl. Roser und Wunderlich, Archiv. Jahrgang II. Heft 1. 1843.
[2]) A. a. O. Bd. II. [3]) Vergl. Eisenmann, Kindbettfieber.
[4]) Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 120 ff.

hältniß zu einander wissen. Nur wenige hypothetische Andeutungen können wir hier geben. Ein Theil der besprochenen Veränderungen im Stoffwechsel läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit von dem Ausbleiben der Menstruation herleiten. Wir dürfen wohl annehmen, daß das in der Schwangerschaft abgelagerte Pigment mit dem sonst im Körper vorkommenden einerlei Mischung besitzt. Schon Lehmann [1]) muthmaßt aus dem Eisengehalte des letzteren, daß es aus dem Hämatin erzeugt werde. Mit der Menstruation fällt aber gerade die Ausscheidung eines vorzugsweise an Hämatin sehr reichen Blutes weg und es liegt nahe, in der gesteigerten Pigmentablagerung ein Aequivalent derselben zu erblicken. Dafür spricht auch der Umstand, daß bei Unterdrückung der Menstruation aus anderen Ursachen ähnliche Flecken im Gesichte und an anderen Körpertheilen, wie bei Schwangeren, erscheinen. Auch für den vermehrten Kohlensäuregehalt der Lungenausdünstung in der Schwangerschaft müssen wir dieselbe Quelle in Anspruch nehmen, da er ja ebenfalls constant in der Epoche der cessirenden Menstruation beobachtet wird. Wenn wir endlich den Parallelismus zwischen den farbestoffreichen Blutkörperchen des Menstrualblutes und denen, die nach Schulz in der Pfortader das Material der Gallensecretion ausmachen, festhalten wollen, so könnten wir ebenfalls aus dem Ausbleiben der Menstruation uns diejenigen Fälle erklären, wo in der Schwangerschaft die Leber eine Tendenz zu vermehrter Absonderung zeigt.

Die Bildung der Kiësteine im Urine läßt sich vielleicht mit den Umwandlungen in Verbindung bringen, die behufs späterer Milchsecretion im Blute vor sich gehen müssen. Dies wird zum Theil durch ihre chemische Zusammensetzung wahrscheinlich. Dann fällt die Zeit ihres Auftretens mit der beginnenden Entwicklung der Milchdrüsen zusammen, so wie andererseits die Zeit ihres Verschwindens mit dem wirklichen Zustandekommen der Secretion in diesen Organen.

Die Verminderung der Kalksalze im Urine hat gewiß in ihrer Verwendung zur Ausbildung des Knochensystemes im Embryo ihren Grund. So beobachtete schon Vauquelin [2]), daß bei den Vögeln der Koth während des Eierlegens den gewöhnlichen Kalkgehalt verliert. Nach Leuchs [3]) legen die Hühner bei Mangel an kalkhaltiger Nahrung entweder Eier ohne Kalkschale, oder sie erzeugen diese auf Kosten ihres eigenen Knochensystemes, ihre Knochen werden weich, die Thiere können nicht mehr stehen, knicken zusammen und sterben. Etwas Aehnliches findet unter Umständen auch in der Schwangerschaft des menschlichen Weibes Statt. Knochenbrüche heilen bei Schwangeren entweder gar nicht oder der Callus ossificirt erst sehr spät. (Umgekehrt beobachtete Paris [4]), daß eine Henne während der Heilung eines Beinbruches Eier ohne Kalkschale legte.) Auch die Caries, die in der Schwangerschaft häufig die Zähne, namentlich die Backzähne befällt, ist vielleicht hierher zu ziehen, da nach Valentin's [5]) Beobachtung der Knochen bei der Caries dieselben Veränderungen rückwärts durchläuft, wie der Callus bei der Ossification, und zuerst seinen phosphorsauren Kalk einbüßt. Möglich ist es, daß auch die Osteomalacie, die nicht selten im Gefolge des Kindbettes auftritt, schon in der Schwangerschaft aus der angegebenen Quelle ihren Ursprung nimmt, da auch hier neben den übrigen Veränderungen des Knochens — Rarefaction des ganzen Gewebes und

[1]) Physiologische Chemie. Bd. I. S. 323.
[2]) Bulletin de la soc. philomatique de Paris. Vol. I. 1795.
[3]) Journal für praktische Chemie. Bd. XXV. Heft 1.
[4]) Transact. of the Linnean soc. London 1791. [5]) Repertorium.

Ersatz durch Fett — constant eine Verminderung des phosphorsauren Kalkes beobachtet wird.

Es ist hier der Ort, einer Erscheinung bei Schwangeren zu gedenken, die mit den obigen Erfahrungen im Widerspruche zu stehen scheint, nämlich der sogenannten Osteophyten. Rokitansky [1]) hat zuerst auf diese Knochenablagerung an der inneren Schädelfläche die Aufmerksamkeit gelenkt. Er fand sie bei Wöchnerinnen, die an den verschiedenartigsten Krankheiten früher oder später nach der Niederkunft gestorben waren, bei gesunden Schwangeren, die in einer vorgerückten Schwangerschaftsperiode ein unerwarteter plötzlicher Tod dahingerafft hatte, endlich bei schnell und plötzlich verstorbenen Schwangeren in jeder Periode der Schwangerschaft bis zum dritten Monate zurück, und zwar im Vergleiche mit anderen Fällen so häufig und in einem so exquisiten Grade von Entwicklung, daß er mit Recht einen Nexus zwischen ihr und der Schwangerschaft annehmen zu müssen glaubte. Doch scheinen die Osteophyten in anderen Gegenden nicht so constant vorzukommen. Ich habe sie bei Wöchnerinnen keineswegs immer und nur selten in einem erheblichen Grade gesehen, und nach Engel [2]) sollen sie in England gar nicht beobachtet sein. Freilich ist dabei zu erinnern, daß die geringeren Grade bei Unbekanntschaft mit dem Object leicht übersehen werden können. In der Beschreibung des Osteophytes folge ich der meisterhaften Darstellung Rokitansky's [3]). Es hat seinen Sitz gewöhnlich auf den Stirn- und Scheitelbeinen, bisweilen erscheint es über die ganze innere Schädelfläche verbreitet, und findet sich dann meist auch in Form zerstreuter Inseln auf der Basis cranii. Gewöhnlich sind auch bei größerer Ausbreitung einzelne Stellen unbekleidet, häufiger die Juga als die Impressiones, wo die Entstehung des Exsudates durch Druck von ihnen oder vom Gehirn her gehemmt worden. Die Dicke der neuen Knochenschicht variirt von der eines dünnen Anfluges bis zu $1/2$ bis 1''' und darüber. Am dicksten ist sie gewöhnlich längs den Nahträndern, dem Sulcus longitudinalis, den Furchen für die Arteria meningea media, und wird allmälig nach den Grenzen hin dünner. Das Osteophyt erscheint in verschiedenen Graden der Entwicklung, die jedoch nicht immer der Dauer der Schwangerschaft proportional sind. Es ist entweder eine weiß- oder gelbröthliche gallertartige, sich vasculisirende Exsudation, die sich leicht abziehen läßt und unter der die Glastafel normal oder nur etwas weniger glatt sich zeigt. Oder es ist eine weiche, biegsame, fein poröse, knorpelige Schicht, unter der die Glastafel in der Regel merklich rauh erscheint. Oder es ist eine anfänglich biegsame, der harten Hirnhaut gegenüber glatte, sehr fein poröse, auf der anderen der Glastafel zugewendeten Fläche rauhe, zellige, knorpelig-knöcherne Schicht; aus den unzähligen feinen Poren sickert beim Drucke eine blutig-seröse Flüssigkeit aus, und die zelligen Räume auf der Kehrseite sind von einer gelbröthlichen Gallerte, bisweilen von einer hellrothen blutigen Flüssigkeit erfüllt. Sie hängt der Glastafel mittelst zahlreicher Lamellen und Netzfäden des erwähnten schwammigen succulenten Gewebes fest an, die man bei der Losschälung nebst vielen Blutgefäßen zerreißt. Beim Abheben des Schädeldaches bleibt sie gewöhnlich an der inneren Schädelfläche kleben, seltener, von dieser losgerissen, auf der harten Hirnhaut. Weiter entwickelt sich diese Neubildung während der Schwangerschaft und des darauf folgenden Wochenbettes nicht, später jedoch wird sie völlig knöchern und ein integrirender Theil der

---

[1]) Oesterr. medicinische Jahrbücher. Bd. XV. S. 4.
[2]) Ueber Osteophytenbildung. Oesterr. medicinische Wochenschrift. 1842. Nr. 3.
[3]) Pathologische Anatomie. II. S. 237.

Schädelwand, indem sie zu einer neuen durch und durch dichten Glastafel wird, oder mittelst eines bleibenden diploëtischen Gewebes mit der alten Glastafel verwächst. Bisweilen wiederholt sich der Proceß in mehren Schwangerschaften nach einander, wobei die neue Knochenschicht der älteren oft nicht unmittelbar, sondern durch ein dünnes dazwischen geschobenes Stratum diploëtischen Gewebes anhängt. Wo die Dura mater an dem Exsudativprocesse Theil genommen, organisirt sich der ihrerseits gesetzte Antheil des Exsudates zu einem vasculären Zellstoffe, die neue Knochenschicht erlangt an ihrer inneren Fläche, indem sie die zahlreichen Gefäße desselben aufnimmt, nicht die gewöhnliche Ebene und Glätte, woraus eine regelwidrige Adhäsion der Dura mater an dem Schädel hervorgeht. Bei großer Mächtigkeit und Ausbreitung der Exsudation auf der inneren Schädeltafel findet man auch auf der äußeren Schädelfläche einen dünnen Anflug derselben, vorzugsweise auch hier längs der Nahtränder, ja selbst auf der Gesichtsfläche mehrer Gesichtsknochen, zumal der Oberkiefer und Nasenbeine. Was diese Exsudation, die jedoch, obwohl selten, auch bei Nicht-Schwangeren und Männern, besonders im vorgerückten Alter gefunden wird, in der Schwangerschaft bedingt, ist durchaus dunkel. Sie giebt sich während des Lebens durch keinerlei Symptome kund. Sie ist in keinem Falle durch einen Ueberschuß an Kalksalzen bedingt, sondern die Ossification des Exsudates ist nur eine Folge des Contactes mit der Knochenwand, wie ja selbst um abgesprungene und aus der Lage gewichene Knochensplitter, wenn sie nur noch mit der Beinhaut zusammenhängen und Blutgefäße enthalten, neuer Knochen sich bildet. Es geht dies deutlich aus der Genesis des Osteophyts nach Engel's Untersuchungen hervor. Er fand in der ersten Zeit eine gallertartige gelbröthliche Exsudation auf der äußeren Fläche der Dura mater ohne bemerkbares Ergriffensein dieser Membran. Sie bestand unter dem Mikroskope aus ausgebildeten kernhaltigen, bisweilen an einer oder beiden Seiten fadenförmig verlängerten Zellen, die durch ein formloses zähes Bindemittel zusammengehalten waren. Die Zellenkerne waren ziemlich groß und bisweilen eng von der Zellenmembran umschlossen. Die Ablagerung von Kalksalzen begann immer von den Schädelknochen aus. Nach der vollständigen Ossification des Exsudates an der Schädelfläche lag noch auf der Dura mater unter ihm die gallertartige Exsudation, als die jüngste Schicht kernhaltiger Zellen. Kühn [1]) hat in dem Osteophyt verhältnißmäßig mehr kohlensauren Kalk gefunden, was für Valentin's Versuche spricht, wornach der phosphorsaure Kalk zum größten Theile nicht unmittelbar als solcher in den Knochen abgesetzt wird, sondern erst durch Umwandlung aus dem zuvor ausgeschiedenen kohlensauren oder organischsauren Kalke entsteht.

Endlich müssen wir eine Reihe vom Nervensysteme ausgehender Erscheinungen in's Auge fassen, die zwar der Schwangerschaft nicht nothwendig zukommen, aber sie dennoch so häufig begleiten, daß sie kaum als pathologisch angesehen werden dürfen. Es sind Reflexerscheinungen, die in der anhaltend gesteigerten Erregung der Genitaliennerven ihren nächsten Grund haben, und vielleicht durch eine Steigerung der Reflexerregbarkeit überhaupt, wie sie nicht selten bei Umänderungen der Blutmischung vorzukommen pflegt, begünstigt werden. Sie treten besonders in den ersten Schwangerschaftsmonaten hervor und lassen in der Regel in dem Maße nach, als die nervöse Erregung in den Geschlechtsorganen durch stärkere Ausschwitzung und Substanzbildung sich gleichsam örtlich entscheidet und ausgleicht. Sie finden sich durchschnittlich häufiger bei Erstgebärenden, als bei Mehrgebärenden. Merk-

[1]) Vergl. Lehmann a. a. O. I. S. 117.

würdig und räthselhaft ist der Einfluß, den das Geschlecht des Kindes darauf ausübt. Manche Frauen leiden nur oder doch stärker daran, wenn sie mit Mädchen, andere, wenn sie mit Knaben schwanger sind; selten findet in dieser Beziehung eine vollkommene Gleichheit Statt. Sie sind häufiger sympathischen als antagonistischen Ursprunges. In der Regel sind sie auf die eine oder die andere Nervenpartie beschränkt und beinahe immer mit Empfindlichkeit eines oder mehrer entsprechender Wirbel verbunden. Sie zeichnen sich fast sämmtlich durch eine gewisse Periodicität aus und sind gewöhnlich Morgens im nüchternen Zustande am heftigsten. Nur äußerst selten sind sie von febrilen Erscheinungen begleitet. Die bemerkenswerthesten dieser Reflexsymptome sind im Bereiche der sensiblen Nerven: Schwindel; Kopf- und Zahnschmerzen, erstere besonders im Hinterkopfe; Hemeralopie; Amblyopie oder Amaurose, die meist erst mit dem Eintritt der Geburt schwinden; Hyperästhesien des N. olfactorius (Liebe zu unangenehmen, Widerwille gegen angenehme, Empfindlichkeit gegen sonst gleichgültige Gerüche) und des Glossopharyngeus (Ekel oder eigenthümliche Gelüste, die jedoch vielleicht die Folge einer örtlich alienirten Secretion sind und, wie z. B. das Verlangen nach erdigen Stoffen, mit den Bedürfnissen zusammenhängen, die der durch die Ernährung des Fötus veränderte Stoffwechsel im Organismus hervorruft); vor Allem Hyperästhesien des N. vagus in seinen verschiedenen Zweigen (Gefühl von Kitzeln in der Gegend der Bifurcation der Trachea, von Zusammenschnüren im Schlunde, Sodbrennen, Heißhunger, Empfindlichkeit und Schmerzhaftigkeit des Magens, so daß oft selbst der Genuß der mildesten Dinge Erbrechen hervorruft); im Bereiche der motorischen Nerven: ein krampfhafter Husten, der in Paroxysmen auftritt und mit der Geburt schwindet, ohne ein nachweisbares Leiden der Lunge, doch gefährlich bei Anlage zur Phthisis; Nieskrampf; Erbrechen, das ohne alle Schmerzempfindung zu bestimmten Zeiten, besonders des Morgens ohne vorgängigen Genuß von Speisen eintritt, und die Frauen verhältnißmäßig wenig angreift; dagegen im unteren Theile des Darmkanales antagonistisch ein Zustand von Torpor, deßhalb Verstopfung, seltener vermehrter Motus peristalticus mit vermehrter Secretion und Durchfall, wobei die Excremente dünner, sonst aber normal sind, bei reiner Zunge und gutem Appetit; bisweilen, jedoch selten epileptische Zufälle, die mit dem Eintritt der Geburt aufhören (ich habe sie bei zwei Schwangeren mit einer vom Uterus aufsteigenden Aura beobachtet, sie bilden den Uebergang zu der ominösen Eclampsia parturientium, die sicherlich aus derselben Quelle entspringt); im Bereiche der vasomotorischen Nerven: häufiger Wechsel der Gesichtsfarbe; Anschwellung der Thyreoidea; Anschwellung und dunklere Färbung von Muttermälern; Ausbruch eines papulösen Exanthemes (Hyperämie der Hautdrüsen), besonders an Stirn, Wangen und Nacken, oder eines Erysipels, vorzugsweise am Kinn, die beide bis zur Geburt hartnäckig jedem Mittel widerstehen, sich aber im Wochenbette von selbst zu verlieren pflegen; Entzündung und Caries des Nagelgliedes (die sich z. B. bei einer Frau in sieben auf einander folgenden Schwangerschaften jedesmal im zweiten Monate wiederholte und mit dem Verluste des befallenen Gliedes endete) analog dem Ausfallen der Federn bei brütenden Vögeln an Brust und Bauch, und den Veränderungen, die Nägel, Haare und Hörner bei den Mammalien [1]) bisweilen während des Tragens erleiden; vermehrte Secretion der Mundspeicheldrüsen, bis zu 2 Pfd.

[1]) Vergl. Burdach a. a. O. II. S. 92 ff.

und darüber in 24 Stunden, ohne Auflockerung des Zahnfleisches und üblen Geruch, seltener Salivation des Pankreas, (wie ich in einem sehr exquisiten Falle beobachtet habe); endlich im Bereiche des psychischen Nervensystemes: periodische Schlafsucht, die ohne Gewohnheit zu bestimmten Zeiten sich einstellt und mit einem kurzen, aber tiefen Schlafe endet; auffallende Veränderungen in der Stimmung, bald ungewohnter Frohsinn und Heiterkeit, bald außerordentliche Reizbarkeit, bald andauernde Schwermuth mit Neigung zum Weinen, besonders bei jungen, empfindlichen, vollblütigen Erstgebärenden; selbst Manie, z. B. Nymphomanie bei jungen, vollsaftigen, übrigens durchaus keuschen Frauen, die meist nur einige Monate dauert, bisweilen aber auch bis zur Geburt anhält. Freilich müssen wir zugestehen, daß ein Theil der genannten Affecte, wie wesentlich auch der Antheil des Nervensystemes an ihrer Entstehung ist, doch nicht als reine Reflexsymptome angesehen werden dürfen, sondern auch noch in anderen, weniger erforschten Verhältnissen, namentlich in dem durch die Schwangerschaft veränderten Chemismus wurzeln mögen.

Die wichtigen Umwandlungen, welche die Schwangerschaft so in fast allen Systemen des Organismus hervorruft, müssen natürlich auf die Anlage zu Krankheiten und den Verlauf derselben einen wesentlichen Einfluß äußern. Allein auch hierüber sind unsere Kenntnisse noch sehr fragmentarisch und lückenhaft. Wir wissen nur, daß die Tuberculosis in der Regel, jedoch nicht immer, während der Schwangerschaft einen Stillstand macht, daß die Bleichsucht und manche dyskrasische Hautaffectionen häufig in dieser Zeit ohne Arzeneigebrauch verschwinden und daß schwangere Frauen gegen manche epidemische Krankheiten, namentlich den Typhus, eine gewisse Immunität besitzen. Etwas Bestimmteres über den Causalnexus dieser Verhältnisse mit der Schwangerschaft läßt sich nicht sagen, nur wahrscheinlich ist es, daß das Blut und das Nervensystem eine gleich wichtige Rolle dabei spielen.

2. Entwicklung des Eies.

Den angegebenen Veränderungen in dem mütterlichen Organismus parallel geht die Entwicklung des Eies. Es liegt außer dem Plane dieses Aufsatzes, dieselbe hier im Detail zu erörtern, vielmehr muß dies selbstständigeren Forschern in diesem Gebiete überlassen bleiben. Ich werde mich darauf beschränken, die Hauptzüge der Entwicklung anzudeuten und vorzugsweise die Gebilde in's Auge fassen, welche den Zusammenhang des Eies mit dem mütterlichen Organismus vermitteln.

Die von der Befruchtung abhängigen Veränderungen an den Eiern beginnen bei Säugethieren und Menschen erst im zweiten oder letzten Drittheile der Tuben. Was vorhergeht, gehört noch der Brunst oder resp. der Menstruation an. Beim Menschen ist es noch nicht gelungen, die Veränderungen der Eier in den Tuben direct zu beobachten, sie können nur aus der Analogie mit den Säugethieren erschlossen werden. Bei Kaninchen lösen sich nach Bischoff's Beobachtungen [1]) im zweiten Drittheile des Eileiters die Zellen des Discus auf, die Zona pellucida schwillt an, der Dotter condensirt sich und der zwischen ihm und der Zona entstehende Zwischenraum füllt sich mit Flüssigkeit. Die Zona nimmt mehr und mehr an Dicke zu, um sie herum bildet sich eine Eiweißschicht. Am Dotter bemerkt man Rotationen

[1]) Entwicklungsgeschichte. S. 50 ff.

um seine Axe, die durch eine Schicht schwingender Cilien auf seiner Oberfläche hervorgebracht werden. Im unteren Drittheile des Eileiters trennt sich der Dotter unter Zunahme der Eiweißschicht und vermehrter Anschwellung der Zona durch fortschreitende Zerklüftung allmälig in 12 bis 16 u. m. Kugeln. Beim Hunde treten ähnliche Veränderungen, jedoch langsamer und später ein. Eine Eiweißschicht um die Zona bildet sich hier nicht. Die Rotationen des Dotters um seine Axe und die schwingende Cilienschicht konnte Bischoff nicht beobachten, hält jedoch ihre Existenz für wahrscheinlich. Er vermuthet, daß die Veränderungen der Eier in den Tuben beim Menschen denen beim Hunde entsprechend sind.

Noch vor dem Eintritt des Eies in den Uterus und unabhängig von demselben — denn das Gleiche geschieht auch, wiewohl nicht immer, bei der Graviditas extrauterina und in dem nicht schwangeren Horne eines U. duplex — findet auf der ihres Flimmerepitheliums beraubten Schleimhaut des menschlichen Uterus eine faserstoffige Exsudation Statt, die sich alsbald, indem sie mit den Gefäßen des Uterus in Verbindung tritt, zu einer weichen röthlich- oder weißlich-grauen Membran, von der Consistenz des geronnenen Faserstoffes, Membrana decidua Hunteri, organisirt. Ihre innere der Höhlung des Uterus zugekehrte Fläche ist glatt, die äußere, mit welcher sie dem Uterus anliegt, rauh und zottig. Im dritten oder vierten Schwangerschaftsmonate ist sie am vollständigsten entwickelt und etwa 1 bis 2''' dick; ich habe ihre Dicke nicht überall gleichmäßig gefunden, bis zur Differenz von 1/2 bis 1''' und darüber. Sie bildet entweder einen überall geschlossenen Sack, und überzieht sowohl den inneren Muttermund, als auch die Tubenmündungen, ja schickt in letztere selbst Fortsätze hinein, öfters aber ist sie an diesen drei Stellen oder einer derselben, vorzugsweise am inneren Muttermunde, offen. An den Tubenmündungen ist sie im normalen Zustande wohl immer geschlossen. In den Mutterhals geht sie nur zuweilen, jedoch selten, etwas hinein, dieser ist vielmehr durch einen gallertartigen Pfropf, ein Secret der hier befindlichen Schleimhautdrüsen, der sogenannten Ovula Nabothi, ausgefüllt, der sich nach Wagner [1]) im zweiten Monate bildet, im dritten an Größe und Consistenz zunimmt und gleich der Decidua im vierten Monate seine höchste Entwicklung zeigt. Die Decidua, Decidua vera zum Unterschiede von der Decidua reflexa, besteht unter dem Mikroskope nach Wagner und Bischoff [2]) aus platten pflasterförmig neben und über einander gelagerten Zellen mit dunklen Kernen und einem feinkörnigen Inhalt. Ich habe in derselben theils Zellen von verschiedener Größe mit undeutlich abgegrenzten Contouren und deutlichen runden Kernen mit vielen Nucleolis gefunden, theils andere, die ganz mit dunklen Körnchen erfüllt waren und nur in der Mitte einen helleren Fleck als Andeutung eines Kernes erblicken ließen. In einer späteren Zeit hat Bischoff auch Fasern und Faserzellen in der Decidua beobachtet. Immer enthält sie feine, sehr dünnhäutige Blutgefäße, deren Stämme bei der Losschälung vom Uterus zerrissen werden. Nach den neuesten Beobachtungen von E. H. Weber [3]) bilden dagegen den Hauptbestandtheil der Decidua die sehr gedrängt stehenden schlauchartigen Uterindrüsen, zwischen und an welchen zahlreiche Blutgefäße verlaufen. Bei den Thieren liegen die langen röhrigen hin und wieder getheilten Uterindrüsen

---

1) Handbuch der Physiologie. 3te Aufl. Seite 118.
2) Entwicklungsgeschichte. S. 92.
3) Vergl. Müller, Handbuch der Physiologie. Bd. II. S. 716.

in der Substanz des Uterus, und öffnen sich auf dessen innerer Oberfläche durch zahlreiche Mündungen; beim Menschen bilden sie die Decidua selbst. Man soll sie schon auf der inneren Fläche der Decidua als zahlreiche, ziemlich parallel gelegene, gegen die Oberfläche gerichtete Fädchen durchschimmern sehen. Wenn man die Schnittfläche eines mit der Decidua ausgekleideten Uterus im Sonnenscheine mit Lupen betrachtet, so soll man auf ihr cylindrische, lange, dünne Schläuche bemerken, die sich da, wo sie an die Oberfläche treten, etwas verengern, in der Gegend, wo die Decidua mit dem Uterus zusammenhängt, dicker sind und, wie es scheint, mit geschlossenen Enden anfangen und sich daselbst sehr schlängeln. Durch Pressen des schwangeren Uterus kann man auf der Oberfläche der Decidua einen weißlichen, dicken Saft, wie aus den Uterindrüsen der Thiere hervorpressen. Die bekannten Löcherchen an der inneren Oberfläche der Decidua scheinen der Ort zu sein, wo sich zwei oder mehre Schläuche zugleich öffnen, außerdem muß es noch viele einzelne unsichtbare Oeffnungen geben. Die Gänge sind fast $1/4''$ lang und theilen sich nur selten in zwei ebenso dicke Aeste. Hierdurch unterscheiden sie sich sehr von den Blutgefäßen, die neben ihnen verlaufen, denn diese bilden ein Netz oder Schleifen, sind wenigstens ästig, und ihr Durchmesser nimmt während der Verzweigung ab. Der Durchmesser der Drüsenkanälchen beträgt gegen $1/17$ Pariser Linie, der Durchmesser der Haargefäße $1/104$ Pariser Linie. Die Beschreibungen der englischen Beobachter, Geoghegan, Montgomery u. A.[1]) scheinen auf einer ähnlichen Anschauung zu beruhen. Hiernach wäre also die Decidua die sich ablösende Schleimhaut des Uterus selbst, Membrana uteri interna evoluta (Seiler). Allein eine solche physiologische Abstoßung einer ganzen Schleimhaut entbehrt jeder Analogie. Die Decidua ist aber nicht, wie Weber behauptet, fest mit der Substanz des Uterus verbunden, im Gegentheile läßt sie sich, wie schon von Baer es angiebt und ich es immer gefunden, ziemlich leicht von der inneren Oberfläche desselben trennen und abheben. Wie ferner die Ernährung des Fötus durch die Ablösung der Uterinschleimhaut gefördert werden soll, läßt sich durchaus nicht einsehen. Ganz entschieden aber spricht gegen diesen Ursprung der Decidua ihr Verhalten an den Mündungsstellen der Tuben und dem inneren Muttermunde, mag sie nun hier geschlossen oder offen sein. Auch werden die von Weber angegebenen Schläuche von der Mehrzahl der Beobachter nicht erwähnt. Der Anschein derselben entsteht vielleicht nur dadurch, daß, wie Wagner es angiebt, die Decidua in der ersten Zeit die Grübchen der Uterinschleimhaut ausfüllt, indem sie sich zwischen die Zotten — vielleicht auch in die von Krause beschriebenen röhrenförmigen Drüsenbälge — derselben einsenkt. Ich glaube, daß man in der Decidua nichts Anderes als eine neue vascularisirte Zellenformation auf der Schleimhaut des Uterus, gleichsam ein Epithelium mit Gefäßen sehen kann.

Das Ei findet bei seinem Austritt aus der Tuba die Mündung derselben durch die Decidua verlegt, drängt also einen Theil derselben vor sich her, und bekommt somit einen Ueberzug an seiner vorderen Seite, während eine entsprechende Stelle des Uterus entblößt wird. Bei der Kleinheit des Eies ($1/10$ bis $1/8'''$) und der weichen Beschaffenheit der Decidua muß man sich diesen Vorgang jedoch nicht zu massenhaft denken. Die jüngsten Eier, die man im Uterus beobachtete, waren der Decidua gleichsam äußerlich eingeimpft und eingesenkt. Bei dem weiteren Wachsthume des Eies wird die

[1]) Vergl. Bischoff a. a. O. S. 93.

Decidua an dieser Stelle immer weiter in ihre eigene Höhle eingestülpt. Der eingestülpte Theil der Decidua wird Decidua reflexa genannt. An der Umschlagsstelle, wo die Decidua vom Uterus abgelöst und das Ei weder von der Decidua vera, noch von der reflexa überzogen ist, entsteht eine neue der Decidua ähnliche und mit der äußeren Fläche der vera verschmelzende Exsudation, Decidua serotina. Da das Ei anfangs die Höhle des Uterus bei Weitem nicht ausfüllt, so bleibt noch eine Zeit lang zwischen Decidua vera und reflexa ein Zwischenraum, den eine eiweißartige Flüssigkeit, Breschet's Hydroperione, einnimmt. Bei fortschreitendem Wachsthume des Eies verkleinert sich dieser Zwischenraum immer mehr, beide Deciduae kommen mit einander in Berührung, und im dritten Monate der Schwangerschaft ist die Höhle der Decidua verschwunden. Die Decidua reflexa hat natürlich dieselbe Structur wie die Decidua vera, nur ist sie meistens dünner, ihre Zellen sind nach Wagner noch sehr deutlich, oft mit Molekeln gefüllt, aber mit sehr hellen Nucleis, wie durchsichtige Bläschen; sie ist an ihrer äußeren Fläche glatt und mit Grübchen versehen, wie diese an ihren inneren, ihre innere dem Ei zugekehrte Fläche ist rauh und hängt innig an den ästigen Flocken des Chorions, von denen sie sich im ersten Monate leicht, später schwer, im dritten Monate gar nicht mehr losschälen läßt. Sie enthält ursprüngliche, nur sparsamere Blutgefäße, als die vera, die mit denen der vera und des Uterus in Verbindung treten. Nach der Berührung verschmelzen beide Deciduae zu einer mehr oder weniger dicken, maschigen, netzartigen, an ihrer äußeren Fläche rauhen und unebenen Membran, die zwar allmälig durch den Druck des wachsenden Eies dünner wird, aber niemals ganz verschwindet, sondern sich an jeder ausgetragenen Nachgeburt nachweisen läßt. Bisweilen ist es selbst hier Bischoff noch gelungen, bei besonderer Dicke der Membran eine Decidna vera und reflexa zu unterscheiden. An abortirten Eiern in den ersten drei Monaten findet man bisweilen das Ei von beiden geschlossenen Säcken, Decidua vera und reflexa, umgeben, oft aber auch die vera nur in mehr oder weniger großen Lappen an der Umschlagsstelle herabhängend. Bei Graviditas extrauterina fehlen natürlich die Decidua reflexa und serotina, die Höhle der vera ist mit einer eiweißartigen Flüssigkeit gefüllt. Bisweilen fehlt bei Uterinschwangerschaften auch die reflexa. Im Uterus hat dies Wagner zwar nicht beobachtet, obwohl es von anderen Beobachtern so angegeben wird, allein bei einem sonst normalen abortirten Eie aus der dritten Woche umgab die Decidua vera das Ei dicht mit ihrer glatten Fläche, war äußerlich rauh, überall geschlossen und ahmte genau die Form des Uterus nach, sie ließ sich als eine vollkommene Blase vom Ei abschälen. Wahrscheinlich war hier die Decidua ursprünglich an der Tubenmündung offen, wie man sie öfters noch im dritten Monate an der Seite, wo das Ei nicht eingetreten ist, findet, und schloß sich erst später, nachdem das Ei bereits in ihre Höhle aufgenommen war. Bei den Säugethieren bildet sich ebenfalls eine Decidua vera, sie ist dünner, als bei dem Menschen, aber wie diese aus Zellen zusammengesetzt, enthält Blutgefäße und ist bei den Raubthieren besonders deutlich; die reflexa fehlt, weil hier die erweiterten Eileiter unmittelbar in den Uterus übergehen, während sie beim Menschen mit engen Mündungen unter einem rechten Winkel sich einsenken.

Die Beobachtungen über die erste Entwicklung menschlicher Eier im Uterus bis zum Auftreten des Embryo sind durchaus fragmentarisch. Wahrscheinlich stimmen indeß die Veränderungen mit den an den Säugethieren wahrgenommenen überein, so daß sich von hier aus die Lücken ausfüllen las-

sen. Bischoff entwirft in seinem klassischen Werke folgendes Bild derselben. Nach dem Eintritt der Eier in den Uterus schreitet die Theilung des Dotters fort, es erscheinen Zellen, wahrscheinlich indem die durch die Zerklüftung entstandenen Kugeln sich als Kerne mit einer Zellenmembran umgeben. Die Zellen drängen sich an der inneren Fläche der Zona pellucida zu einer Membran zusammen, der sogenannten Keimblase oder dem serösen Blatte, sie platten sich dabei an den einander berührenden Rändern polyedrisch ab, während sie nach innen noch kugelig erscheinen. Das Ei besteht jetzt aus zwei in einander eingeschlossenen und durch eine Flüssigkeit getrennten Bläschen, der Zona und der Keimblase; es wächst, indem in seinem Inneren fortwährend neue Zellen entstehen, nachdem das ursprüngliche Dottermaterial verbraucht ist, durch Stoffaufnahme von außen. An dem inneren Bläschen bemerkt man bald einen runden, weißlichen Fleck, Keimhügel, Embryonalfleck oder Fruchthof. Er entsteht durch eine dichtere Anhäufung von Zellen und Zellenkernen an dieser Stelle, zwischen denen auch noch kleinere Molekeln liegen. An seiner inneren Fläche legt sich eine neue Zellenschicht membranenartig an, die bald seine Grenzen überschreitet und zu einer geschlossenen Blase, dem inneren oder Schleimblatte, herumwächst, während in dem äußeren oder serösen Blatte die Zellen schon mehr verschmolzen sind. Der Fruchthof nimmt an Größe zu. Auf der äußeren Fläche der Zona erscheinen kleine unregelmäßige Erhabenheiten, durch Ablagerung einer feinen körnigen Masse gebildet, noch ohne zelligen Bau, die sich später zu den Zotten des Chorion entwickeln. An der dem Fruchthofe gegenüber liegenden Seite bis zum Rande desselben verwächst das äußere seröse Blatt mit der Zona. Der anfangs runde Fruchthof wird jetzt oval. Er stellt einen äußeren, dunklen Ring, die spätere Area vasculosa, dar, der einen helleren Raum, Area pellucida, einschließt. In der Mitte des helleren Raumes entsteht der Längenaxe der Ellipse entsprechend ein lichter Streifen von zweiseitigen, dunkleren Ansammlungen umgeben, als Anfang des Embryo. Die dunklere Färbung der letzteren verdankt nur der dichteren Anhäufung von Zellen und Zellenkernen ihren Ursprung.

Auch über die erste Bildung des Embryo beim Menschen sind die directen Beobachtungen wenig zahlreich und sehr lückenhaft und es muß auch hier zur vollständigen Deutung der Vorgänge noch Vieles aus der Entwicklungsgeschichte der Säugethiere entlehnt werden. Der lichte Streifen in der Mitte des helleren Raumes, von Baer's Primitivstreifen, stellt nach Reichert's[1]) und Bischoff's neueren Untersuchungen eine rinnenartige Vertiefung des serösen Blattes, Primitivrinne, dar; die wulst- oder flächenartigen Ansammlungen zu seinen Seiten sind nach Reichert die Uranlagen des centralen Nervensystemes, nach von Baer[2]) und Bischoff dagegen die Anlagen der Körperwandung. Sie ändern mit dem Fruchthofe ihre Form, sind oval, so lange dieser es ist, und werden später, wie er, birnförmig und zuletzt guitarrenförmig. Dann nähern sie sich nach Bischoff mit ihren Rändern über der Rinne und verwachsen zu einem Kanale, in dem das Material für das Gehirn und Rückenmark abgelagert wird (Rückenplatten). Ihre Außenränder fangen an, sich nach unten oder nach innen gegen die Höhlung der Keimblase umzubiegen, und bilden so den Anfang der vorderen Leibeswandungen (Bauch- oder Visceralplatten). So schnürt sich der Embryo gegen die

[1]) Vergl. Müller's Handbuch der Physiologie. Bd. II. S. 688.
[2]) Entwicklungsgeschichte. Bd. II.

übrige Keimblase mit ihrem Inhalte ab, indem er einen entsprechenden Theil des sogenannten Schleimblattes in seine Höhlung mit hineinzieht. Nach Bischoff's Untersuchungen, die mit den älteren v. Baer's übereinstimmen, entsteht jetzt zwischen dem serösen und dem Schleimblatte noch eine dritte Membran, die sich freilich nur in der Peripherie des Embryo deutlich als solche nachweisen läßt, und nur bis an den äußeren Rand des dunklen Fruchthofes reicht, das sogenannte Gefäßblatt, aus dem sich die Centralorgane des Gefäßsystemes entwickeln. Dabei ist jedoch zu erinnern, daß das peripherische Gefäßsystem sich in jedem einzelnen Organe gesondert und gleichzeitig mit dessen Elementartheilen aus dem ursprünglichen Blasteme bildet, und erst später mit den Centralorganen in Verbindung tritt.

Noch innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Auftreten der Primitivrinne erhebt sich das seröse Blatt an der Grenze der Visceralplatten zu einer Falte, die schnell den Embryo überwächst. Die innere Platte derselben ist die unmittelbare Fortsetzung der Visceralplatten, während die äußere in den mit der Zona vereinigten Theil des serösen Blattes übergeht. Ueber dem Rücken des Embryo stoßen die Ränder der Falten von beiden Seiten zusammen, und verwachsen hier mit einander. Durch Ansammlung von Flüssigkeit zwischen den beiden Platten werden sie zuletzt auch in ihrem Schlußpunkte von einander getrennt und abgehoben. Die äußere Platte verschmilzt nun mit dem bisher noch frei gebliebenen Theile der Zona pellucida und beide, Zona und seröses Blatt, stellen in ihrer Vereinigung das Chorion dar. Bischoff sieht in dieser Tendenz des serösen Blattes, mit der Zona zu verschmelzen, die Ursache der Bildung jener Falte, da nur so die vollständige Verschmelzung zu Stande kommen kann, weil der dem freigebliebenen Theile der Zona ursprünglich anliegende Theil des serösen Blattes zur Bildung des Embryo selbst verwandt ist. Die innere Platte erscheint nach ihrer Ablösung von der äußeren als ein über dem Rücken des Embryo geschlossener Sack, der vorn in die offenen Bauchdecken desselben übergeht, Amnion. Das Amnion liegt anfangs dem Embryo dicht an, später entfernt es sich durch Ansammlung von Flüssigkeit in seiner Höhle, Liquor amnii, immer mehr von demselben. Indem die Bauchwandungen des Embryo sich mehr und mehr einander nähern und schließen, verkleinert sich auch die Ursprungsstelle des Amnions bis auf den Umfang des Nabelringes. Indem ferner die durch denselben austretenden Gebilde sich mehr vom Embryo entfernen und stielartig ausziehen, erhalten sie einen scheidenartigen Ueberzug vom Amnion, und der Embryo rückt gleichsam tiefer in dieses hinein. Der übrige Theil des Amnion wird bei fernerem Wachsthum durch die zunehmende Flüssigkeit in seinem Inneren immer dichter an das Chorion angedrängt, und so die gallert- oder eiweißartige, wie mit feinem Spinngewebe durchzogene Masse, die anfänglich den Zwischenraum zwischen beiden Häuten ausfüllt, membranenartig zusammengepreßt — Membrana media nach Bischoff, die bisweilen irrthümlich für die Allantois gehalten ist. Das Amnion ist ursprünglich bei den Säugethieren und dem Menschen gefäßlos. Bei dem Menschen enthält es zu keiner Zeit Blutgefäße, da weder die Nabelblase noch die Allantois sich so entwickeln, daß sie ihm Gefäße zuführen könnten; eben so bei den Nagern. Dagegen werden bei den Wiederkäuern, den Dickhäutern und den Fleischfressern demselben später durch die Allantois Gefäße zugebracht. Das Amnion läßt nach Bischoff im Anfange der Schwangerschaft deutlich eine Zusammensetzung aus kernhaltigen Zellen erkennen; später erscheint es structurlos und zugleich derber und fester

Auf seiner Innenfläche bildet sich ein Pflasterepithelium aus polygonalen Zellen mit undeutlichen Kernen und einem kugeligen Inhalt. Ich fand das Amnion im zweiten Schwangerschaftsmonate aus einer structurlosen Membrane gebildet, mit einem Epithelium an ihrer innern Fläche. Dieses Epithelium bestand aus polyedrischen sehr durchsichtigen Zellen mit kleinen, runden, das Licht stark brechenden Kernen. Die glänzendsten derselben schienen keinen Nucleolus zu enthalten, die weniger glänzenden schlossen ein oder mehre Körnchen ein. Auf der Membran selbst sah ich netzförmige Fasern mit knotigen Anschwellungen, die offenbar aus den ursprünglichen Zellenkernen entstanden waren; hier und da bemerkte ich noch einzelne in die Länge gezogene Kerne in sich kreuzender Richtung. Das Amnion schließt sich also auch seiner Structur nach an die Hautgebilde des Embryo an, deren unmittelbare Fortsetzung es ist.

Nach der Bildung des Amnion und der vollständigen Verschmelzung des serösen Blattes mit der Zona zum Chorion, schnürt sich der Embryo immer mehr gegen den übrigen jetzt nur noch von dem Schleim- und Gefäßblatt gebildeten Dottersack ab, indem der in seine Leibeshöhlung hineingezogene Theil desselben sich zum Darmrohre entwickelt. Der Dottersack, hier Nabelblase, Vesicula umbilicalis, genannt, ist anfangs sehr groß, von rundlicher oder ovaler Gestalt, sitzt unmittelbar auf dem Darme auf und steht mit dessen Höhle in offener und weiter Verbindung. Je mehr aber die ursprüngliche Darmrinne sich schließt und die Bauchhöhlenöffnung durch Wachsthum der Visceralplatten zum Hautnabel sich verengt, um so mehr zieht sich der Verbindungstheil zwischen dem Darme und der Nabelblase kanalartig aus, bis diese nur noch durch einen dünnen hohlen Stiel, Ductus omphalo-meseraicus s. vitello-intestinalis, mit dem mittleren offenen Theile des Darmkanales zusammenhängt. Diese Uebergangsstelle wird Darmnabel genannt. Die Nabelblase enthält eine gelblich weiße, zuweilen selbst dottergelbe Flüssigkeit, in der zahlreiche Fetttröpfchen und Kügelchen schwimmen; so lange der Stiel offen ist, läßt sich der Inhalt durch Druck in den Darm entleeren. Nach von Baer besteht die Nabelblase aus zwei Blättern, einem äußeren Gefäß- und einem inneren Schleimblatte, welches letztere häufig, wie bei den Vögeln, Falten und zottige Vorsprünge an seiner Innenfläche zeigt. Nach Wagner gelingt es selten, ein Gefäßnetz äußerlich wahrzunehmen; dieses bildet rhomboidale Maschen und überzieht die ganze Oberfläche. Viel öfter gelingt es, Blutgefäße am Stiele zu entdecken, Vasa omphalo-meseraica, eine Arterie, die von der Aorta kommt und über die Darmschlinge wegläuft und eine oder zwei Venen, die zur Hohlvene zurückgehen. Bei den Säugethieren erreicht die Nabelblase oft eine beträchtliche Größe. Bei den Wiederkäuern und Dickhäutern wächst sie anfangs nach beiden Seiten zipfelartig in die Länge, stirbt aber bald, indem der Stiel zu einem Faden obliterirt, von den Enden aus ab und verschwindet zuletzt ganz. Bei den reißenden Thieren, besonders aber den Nagern, dehnt sie sich zu einem bedeutenden Umfange aus und bleibt das ganze Fötalleben gefäßreich, bei letzteren bringt sie selbst zum Chorion, mit Ausnahme der Placentarstelle, Gefäße. Beim Menschen zeichnet sich das Nabelbläschen durch seine ursprüngliche Kleinheit aus, so wie durch die meist sehr lange Ausziehung seines Stieles, wodurch es sich weit vom Embryo entfernt; doch ist dies Verhältniß nicht bei allen Embryonen gleich. Bei der Vergrößerung des Amnion liegt das Nabelbläschen als ein birnförmiges Körperchen zwischen Chorion und Amnion. Der Stiel obliterirt schon im zweiten Monate zu einem dünnen Faden, der sich

bis zum Ende der jetzt noch im Nabelstrange liegenden Darmschlinge verfolgen läßt. Das Bläschen verkümmert, nachdem es eine Größe von 4 bis 5''' erreicht hat, ebenfalls, und ist gewöhnlich im dritten Monate verschwunden. Bisweilen gelingt es jedoch noch lange, Gefäße und den Ueberrest seiner Verbindung mit dem Darme zu entdecken, ja man findet es selbst noch an der Nachgeburt reifer Embryonen zwischen Chorion und Amnion an der Insertionsstelle des Nabelstranges in die Placenta als ein zusammengefallenes Bläschen, von dem ein dünnes Fädchen bis in den Nabelstrang verläuft.

Während der Embryo sich unter Bildung des Darmrohres gegen den Dottersack oder die Nabelblase abschnürt, wächst an dem unteren bereits abgeschnürten Endtheile desselben eine rundliche, später birnförmige Blase, die Allantois oder Harnhaut hervor. Sie entsteht nach von Baer, Valentin [1]) und Wagner als eine hohle Ausstülpung des sich eben entwickelnden Endstückes vom Darmrohre, nach Reichert dagegen entwickelt sie sich beim Hühnchen in der Form zweier kleiner solider Erhabenheiten am Ende der Wolff'schen Körper und in Verbindung mit deren Ausführungsgängen, die mit einander verschmelzen und sich in ein Bläschen umwandeln. Nach Bischoff ist sie eine Wucherung der Visceralplatten des Schwanzes, als eine anfangs solide, gefäßreiche Zellenmasse, die noch vor der Bildung des Darmes und der Wolf'schen Körper entsteht, sich später zur Blase entwickelt und auf eine unbekannte Weise mit dem Darme und den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper in Verbindung tritt. Ihre Gefäße sind zwei Arteriae umbilicales, als Aeste oder Fortsetzungen der Arteria hypogastrica, und eine Vena umbilicalis, die mit zwei Aesten in die Pfortader und durch den Ductus venosus Arantii in die untere Hohlvene sich einsenkt. Durch die fortgesetzte Schließung der Visceralplatten wird die Allantois in eine innere und eine äußere Abtheilung getrennt. Die innere erweitert sich, indem sie sich vom Darmkanale abschnürt, zur Harnblase, und hängt durch einen engeren Gang, den Urachus, der durch den Nabelring hindurch geht, mit der äußeren Abtheilung zusammen. Diese oder die Allantois im engeren Sinne wächst nun gegen das Chorion hin, und verschmilzt mit dieser Membran, indem sich ihre Gefäße in sie und die Zotten ihrer Außenfläche hinein bilden. Gegenüber entwickelt sich die Schleimhaut des Uterus mit ihren Gefäßen auf eine eigenthümliche Weise und durch das Ineinandergreifen beider entsteht die Placenta. Der Zweck der Allantois ist überall, Gefäße an das Chorion zu bringen, im Uebrigen zeigt sie in den verschiedenen Thierclassen ein verschiedenes Verhalten. Bei den Wiederkäuern und Dickhäutern dehnt sie sich sehr in die Länge, sprengt das Chorion an seinen beiden Enden und wächst selbst noch ein Beträchtliches über dieselben hinaus; alsdann heben sich die Gefäße von ihr ab und wuchern in das Chorion hinein, treten zum Theil auch an das Amnion, wo sie über dieses hinweggehen, und nur ein gefäßloser Sack bleibt mit dem Urachus in Verbindung. Bei den Fleischfressern wächst die Allantois ebenfalls sehr stark, und drängt die Nabelblase zur Seite, mit ihrem einen Blatte geht sie über den in seinem Amnion liegenden Embryo und die Nabelblase herab, das andere legt sich rund herum an die innere Fläche des Chorions an, ohne jedoch in die zottenlosen Pole des Eies hineinzugehen. Auch hier erhält das Amnion, wo es von der Allantois überzogen wird, Gefäße von ihr Bei den Nagern bleibt die Allantois stets als Blase erkennbar, sie nimmt zwar auch an Umfang zu, legt sich aber nur an die eine Seite des Chorions

[1]) Entwicklungsgeschichte.

m, während der übrige Theil desselben Gefäße von der Nabelblase bekommt, die sich jedoch nicht in die hier schwindenden Zotten hineinbilden. Beim Menschen ist das Wachsthum der Allantois noch mehr als bei den Nagern beschränkt. Denn die besonders von Velpeau vertheidigte, aber nicht auf Beobachtung gegründete Ansicht, daß die Allantois hier schnell um den ganzen Embryo herumwachse und dann das äußere Blatt mit dem Chorion, das innere mit dem Amnion verschmelze, ist offenbar unrichtig, da das Amnion stets gefäßlos ist und die Nabelblase frei zwischen Chorion und Amnion liegt. Bei Embryonen von 14 Tagen bis 3 Wochen sieht man die Allantois als ein birnförmiges Bläschen aus dem hinteren Darmende durch die weite Bauchhöhlenöffnung neben der Nabelblase hervortreten. Etwas später findet man sie an das Chorion angelegt und durch einen breiten offenen Gang mit der Kloake zusammenhänge. Mit der Schließung der Visceralplatten obliterirt dieser Gang mehr und mehr, an der Anheftungsstelle heben sich die Gefäße von der Blase ab und bilden sich in das Chorion und dessen Zotten hinein, die Blase selbst ist in der vierten Woche in der Regel verschwunden und nur der Urachus der Harnblase als ein bis in den Nabelstrang zu verfolgender Faden ihr Rudiment. Doch fand Wagner bisweilen noch in der 3ten Woche den Urachus als einen durch Luft aufblasbaren Gang, der sich gegen das Chorion trichterförmig erweiterte und hier öfters kleine zerreibliche Concremente, wie Kreidestückchen, enthielt. Ja selbst in noch späterer Zeit entdeckte er manchmal die Ueberreste desselben im Nabelstrange, als stellenweise Erweiterungen zu kleinen birnförmigen, mehr oder minder abgeschnürten Bläschen mit einem ähnlichen Inhalte.

Die Veränderungen, welche in dem Chorion durch die Anlegung der Allantois entstehen, sind für den Fötus die wichtigsten. Das Chorion ist an seiner Innenfläche glatt, an seiner äußeren mit Zotten besetzt. Diese bestehen anfangs, wie wir gesehen haben, aus einer feinkörnigen Masse, die durch Tränkung vom Uterus aus zunimmt und in welcher sich alsdann Zellen entwickeln. Bei fernerem Wachsthum greifen die Zotten immer tiefer in die Decidua reflexa und an der Uterinseite des Eies in die serotina hinein. Später legen sich die Gefäße der Allantois an die letztere Stelle an, diesen entgegen bildet sich ein Capillargefäßsystem aus den Zellen der hier befindlichen Zotten und beide treten in Verbindung. Der übrige Theil des Chorion mit seinen Zotten bleibt nach Bischoff gefäßlos, nach Wagner erhält er anfangs ebenfalls Gefäße, die mit den Zotten in die reflexa hineinwachsen, aber bald verkümmern. Das Chorion ist nach Bischoff eine einfache und gleichförmige Membran, wie die Zona, durch deren Verschmelzung mit dem serösen Blatte es entstand. Erst später nach Anlegung der Gefäße sollen Zellen und Zellenkerne in ihm sichtbar werden, wie sie Breschet und Gluge beim Hunde beobachteten. Beim Menschen, wo die Gefäße sich nicht über die Placentarstelle verbreiten, soll dies nicht der Fall sein und das Chorion stets eine durchaus gleichförmige Structur zeigen. Nach Wagner dagegen ist es aus Zellen, den Pflanzenzellen ähnlich, mit deutlichen großen Kernen zusammengesetzt, die in den Zotten überdies noch einen körnigen Inhalt besitzen. Ich fand das Chorion im 2ten Monate von undeutlich gefasertem Ansehen, ohne nachweisbare Fasern, mit theils runden, theils länglichen oder halbmondförmigen Kernen bedeckt. Die Membran der Zotten zeigte dieselbe Structur, nur waren die Kerne zahlreicher und immer in die Längsrichtung der Zotten gestellt. Sie war nach außen mit einer mehrfachen Lage schwach granulöser Zellen mit hellen runden Kernen bekleidet, die sich in dem

leicht macerirten Präparate ohne Schwierigkeit als eine continuirliche Schicht (Epithelium) ablösen ließ. Bei den Kühen sind die Placentarzotten des Chorion an ihrer Außenfläche mit einer mehrfachen Lage von großen runden Zellen mit Kernen und einem gelben kugeligen Inhalte bedeckt, die auf dem glatten Theile des Chorion zwar ebenfalls, aber nur in einer einfachen Schicht vorhanden sind. Bei Schweinefötus will Schwann[1]) auf der äußeren Fläche des Chorion eine dem Cylinderepithelium des Darmes ähnliche Zellenschicht gefunden haben.

An der Uterinseite des Eies, da, wo sich die Gefäße der Allantois an das Chorion angelegt und in die Zotten hineingebildet haben, entwickelt sich nun die Placenta. Die Zotten wachsen hier weiter fort, während sie an dem übrigen Theile des Chorion zwar nicht verschwinden, aber bei dem raschen Wachsthume desselben mehr und mehr aus einander rücken, so daß die Oberfläche des Chorion glatt erscheint. Bisweilen findet man sie noch am Ende der Schwangerschaft, besonders in der Nähe der Placenta, als verzweigte, sehnicht aussehende Fäden, die mit breiterer Basis vom Chorion entspringen und in die Substanz der Decidua eingesenkt sind. Das Wachsthum der Zotten an der Placentarstelle geschieht in der Weise, daß sich jede Zotte in ein dichtgedrängtes Bäumchen von Aesten und Reiserchen verzweigt. In jedes Zottenbäumchen tritt ein Stämmchen einer Nabelarterie ein, das sich in ebenso viele Aeste und Zweige, als die Zotte, spaltet, und dessen capilläre, meist $1/100$ bis $1/120'''$ dicke, selten dünnere Zweige in den Endreiserchen der Zotte sich schlingenförmig in capilläre Venen umbiegen, die sich dann in umgekehrter Richtung zu einem aus der Zotte austretenden Venenstämmchen sammeln. Die Haargefäße bilden in den Endreiserchen der Zotten meist nicht eine einfache Schlinge, sondern schlängeln sich in mehrfachen Schleifen hin und her, oft knäuelartig wie in den Malpighi'schen Körperchen. Die Schleifen sind nach Weber[2]) und Bischoff häufig durch Communicationszweige unter sich verbunden, was ich jedoch nur in kranken Placenten gesehen habe. Jedes Endreiserchen der Zotte, in welches ein Haargefäß eintritt, besteht aus einer zarten Membran, die jedoch nach meinen Beobachtungen niemals, wie Wagner es oft gefunden, unmittelbar an dem Gefäße anlag, vielmehr constant durch eine Schicht kernhaltiger Zellen an ihrer Innenfläche von ihm getrennt war. Bisweilen war sogar noch ein freier glasheller Raum zwischen dem Gefäße und der inneren Zellenschicht, ebenso zwischen dem ein- und austretenden Gefäße. In einer wassersüchtigen und anämischen, über drei Pfund schweren Placenta, die ich im injicirten Zustande mit meinem Freunde Meckel untersuchte, und die einer Frau angehörte, welche bereits zum dritten Male unter copiösen Blutungen zu früh ein wassersüchtiges Kind mit einer ähnlichen Placenta geboren hatte, fanden wir die Endreiser der Zotten sehr vergrößert, dick, oft knollig angeschwollen, die Zellenlage an der Innenfläche ihrer Membran ebenfalls sehr verdickt, die ein- und austretenden Gefäße sehr erweitert, mit auffallend zahlreichen Windungen und Anastomosen, in einzelnen Zottenreisern ließen sich deutlich drei Gefäßstämmchen unterscheiden; der Zwischenraum zwischen den Gefäßschlingen und zwischen diesen und der inneren Zellenschicht war durch ein Parenchym von nicht deutlich unterscheidbarer Structur ausgefüllt, das sich bei der Behandlung mit Essigsäure bis zur Durchsichtigkeit aufklärte, ohne sichtbare Kerne, also nicht aus Zellen bestand.

---

[1]) Mikroskopische Untersuchungen. S. 85.
[2]) Vergl. Wagner, Physiologie.

Dem stärkeren Wachsthume der Chorionzotten an der Anheftungsstelle der Allantois entsprechend entwickelt sich von der Uterinfläche aus der hier befindliche Theil der Decidua, Decidua serotina, mit seinen Gefäßen ebenfalls stärker. Es ist mir nicht gelungen, durch eigene Anschauung ein Bild von dem Verlaufe der Uteringefäße zwischen den Chorionzotten zu erhalten; im nicht injicirten Zustande sah ich in der Placenta unter dem Mikroskope überall nichts als die gefäßreichen Zotten des Chorion mit ihren Verzweigungen. Nach Weber [1]) verzweigen sich die Arterien, die aus dem Uterus in die die Placenta umhüllende Decidua eindringen, nachdem sie durch diese Haut hindurch gegangen sind, nicht mehr, sondern spalten sich nur in der Decidua noch in wenige Zweige und gehen dann sogleich in ein kolossales dünnwandiges Gefäßnetz über, das alle Zwischenräume zwischen den Zweigen der Chorionzotten ausfüllt und aus dem die austretenden Uterinvenen wieder hervorgehen. Das Lumen dieser Gefäße ist zu weit, um sie Haargefäße nennen zu können, jedoch nicht weiter, als das der Arterien, aus denen sie entspringen. Ihre Wandungen bestehen nur aus einer zarten Haut, die sich durch Präparation nicht darstellen läßt und eine Fortsetzung der inneren Haut der Uteringefäße ist, der übrige Theil ihrer Wand wird von der Substanz der Decidua gebildet, die jedes Chorionbäumchen überzieht. Die innere Haut der Blutgefäße tapezirt alle Zwischenräume zwischen den Verzweigungen des Bäumchens aus und alle Endreiserchen der Zotte ragen in die das Mutterblut führenden Kanäle hinein und werden von dem Mutterblute umspült. Das mütterliche Gefäßnetz durchdringt die Placenta durch und durch bis an die Fötaloberfläche; denn auch hier noch sah ich stets unter dem Mikroskope freie Endreiserchen der Zotten. Bei der Trennung der Placenta vom Uterus werden die Uteringefäße beständig an ihren Ein- und Austrittsstellen zerrissen und beide, die gefäßreichen Zottenbäume des Chorion und das zwischen sie eingesenkte und vom Uterus losgerissene Gefäßnetz der Mutter, stellen in ihrer innigen und unlösbaren Vereinigung die Gesammtmasse der Placenta dar. Eschricht [2]) hat eine von der Weber'schen abweichende Ansicht über den Bau und Verlauf der mütterlichen Blutgefäße in der Placenta. Er nimmt an, daß faltenartige Verlängerungen der Decidua in das Innere der Placenta zwischen die Aeste der Chorionbäumchen eindringen, die Zweige der Chorionbäumchen mit einem dünnen Ueberzuge überziehen, und daß diese Falten die Träger eines Haargefäßnetzes sind, durch welche die Uterinarterien und Uterinvenen in der Placenta unter einander zusammenhängen. Darin stimmen jedoch beide Beobachter überein, daß kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den mütterlichen und kindlichen Gefäßen stattfindet, sondern daß beide überall noch durch ihre eigenen Wände und deren Scheiden getrennt sind. Denn nirgends sieht man in der Placenta freie Embryonalgefäße, vielmehr kann man innerhalb eines jeden Endreiserchens der Zotten die Umbiegung der eintretenden Arterie in die austretende Vene verfolgen; die Blutkörperchen des Fötus sind größer, als die der Mutter, der Rhythmus des kindlichen Herzschlages ist ein anderer, als der des mütterlichen, der Kreislauf dauert nach der Geburt des Kindes in der gelösten Placenta oft noch längere Zeit fort, ohne daß ein Blutaustritt aus derselben erfolgt. Der fast constante Uebergang von Injectionsmassen

---

[1]) A. a. O.

[2]) De organis quae respirationi foetus mammalium inserviunt prolusio academica. Hafniae, 1837.

aus dem einen Gefäßsysteme in das andere hat nur in der leichten Zerreißbarkeit ihrer zarten und dünnen Wandungen seinen Grund.

Der Sitz der Placenta entspricht in der Regel der Anheftungsstelle des Eies an der einen oder der andern Tubenmündung, wo auf der entblößten Uterinschleimhaut die Decidua serotina sich bildet, und wo die Blutgefäße von außen in den Uterus eintreten. Wahrscheinlich ist auch die ursprüngliche Lage des Embryo so, daß die Allantois den entsprechenden Theil des Chorion am leichtesten erreichen kann. Daß die ursprüngliche Anheftung der Allantois jedoch nicht das bestimmende Moment für den Sitz der Placenta abgiebt, beweis't das häufige Vorkommen einer mehr oder weniger excentrischen Insertion des Nabelstranges. Wohl nie hat die Placenta, wie man früher annahm, am Grunde des Uterus ihren Sitz, sie reicht vielmehr seitlich meist bis in die Nähe des Muttermundes herab. Man erkennt dies theils durch die Auscultation, theils an der Einrißstelle der Eihäute im Muttermunde bei der Geburt, die fast immer in der Nähe eines Placentarrandes liegt. Auch habe ich bei Lösungen der Placenta oft genug Gelegenheit gehabt, mich von diesem Sitze zu überzeugen. Selten sitzt die Placenta auf dem Muttermunde. Den physiologischen Grund dieser Aberration sucht Bischoff wohl mit Recht in einer mangelhaften Entwicklung der Decidua, wodurch das Ei bei seinem Austritte aus der Tuba nicht sogleich in dieser Gegend fixirt wird, sondern sich frei in der Höhle des Uterus befindet und seiner Schwere folgend, an der tiefsten Stelle mit demselben in feste Verbindung tritt. Home und Bauer[1]) wollen in einem freilich zweifelhaften Falle am 8ten Tage nach der wahrscheinlichen Schwängerung ein Ei im Uterus in der Nähe des Muttermundes gefunden haben.

Bei den Säugethieren ist das Verhältniß der mütterlichen und kindlichen Gefäße in der Placenta ein anderes, als wir es nach Weber's Untersuchungen beim Menschen kennen gelernt haben. Hier stecken die Gefäßzotten des Fötus in den gefäßreichen Scheiden der Placenta uterina nur wie Wurzeln, und beide Capillargefäßsysteme berühren sich und tauschen Stoffe aus. Die Placenta uterina wird entweder von der in Form sogenannter Cotyledonen entwickelten Uterinschleimhaut mit ihren Drüsen gebildet, oder von einer besonderen und von der Schleimhaut des Uterus verschiedenen Gefäßhaut (Decidua?), deren gefaltete Blättchen auf's Innigste zwischen die Blättchen der Fötalzotten eingeschoben sind, wie es Eschricht's Beobachtungen bei der Katze dargethan haben. Die Form der Placenta ist in den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere verschieden; die Zotten sind bald über die ganze Oberfläche des Chorion zerstreut, wie bei den Schweinen, Einhufern, Kameelen und Cetaceen, bald bilden sie einen zottigen Gürtel um das Ei, wie bei den Raubthieren, bald sind sie zu einzelnen, zerstreut auf dem Chorion aufsitzenden Gefäßkuchen vereinigt, wie bei der Mehrzahl der Wiederkäuer, bald nach Art der Placenta des Menschen zu einem einzigen, einer Seite des Chorion aufsitzenden Gefäßkuchen verbunden, wie bei den Nagern. Diese Formverschiedenheiten hängen von der verschiedenen Entwicklung der Allantois und ihrer Hineinbildung in die Chorionzotten ab. Auch die Form der einzelnen Zotten und demnach die Art, wie Uterin- und Fötaltheil der Placenta in einander eingreifen, zeigt mancherlei Abweichungen. Constant ist jedoch die Juxtaposition zweier Capillargefäßsysteme, deren jedes von seiner Scheide getragen wird. Nur bei den Beutelthieren und Monotremen fehlt die Placentarverbindung des Eies mit dem Uterus ganz.

[1]) Meckel's Archiv. 1818. Bd. IV.

An dem ausgebildeten Ei folgen sich von außen nach innen Decidua, Chorion mit Placenta und Amnion, durch den Liquor amnii vom Fötus getrennt. Das Amnion liegt dem Chorion dicht an, schlägt sich an der Insertion des Nabelstranges in das Chorion auf diesen als Nabelstrangscheide um und geht am Nabel in die Haut des Embryo über. Der Nabelstrang entsteht schon gegen das Ende des ersten Monates durch die fortgesetzte Abschnürung des Embryo gegen die zu seiner Bauchhöhlenöffnung austretenden Gebilde und die stielartige Auszziehung der letzteren; er nimmt im Verlaufe des Fötuslebens an Länge zu. In ihm befinden sich von der Amnionscheide eingeschlossen und durch eine zellgewebige mit einer klaren eiweißartigen Flüssigkeit getränkte Masse zusammengehalten die Ueberreste des Ductus omphalo-meseraicus und der Vesicula umbilicalis, die Rudimente der Allantois, der Urachus und die Nabelgefäße, zwei Arterien und eine Vene. Die Vene liegt in der Axe des Stranges, die Arterien winden sich spiralförmig um sie herum, meist von links nach rechts vom Embryo aus. Der Grund dieser Windungen ist noch nicht genügend aufgeklärt. Wo die Gefäße auf das Chorion stoßen, theilen sie sich sogleich in mehre Aeste, die an verschiedenen Stellen durch das Chorion hindurch in die Zotten eintreten und so lange in der Dicke des Chorion selbst verlaufen. Lymphgefäße enthält der Nabelstrang wahrscheinlich nicht, wohl aber Nerven, welche die Blutgefäße begleiten. Valentin[1]) hat die Primitivröhren derselben 3 bis 4'' vom Nabel entfernt gesehen.

Bei Zwillingsschwangerschaften ist das Verhalten der Eitheile verschieden. Bisweilen sind beide Eier ganz getrennt, jeder Embryo hat seine Decidua, Chorion, Placenta und Amnion. Hier sind offenbar zwei Eier und wegen der doppelten Decidua wahrscheinlich aus verschiedenen Eierstöcken ausgetreten. Oder beide Eier sind von einer Decidua umschlossen, die übrigen Theile doppelt; dann stammen sie vermuthlich aus einem Eierstocke. Hier sind auch häufig die Placenten mehr oder minder verschmolzen und die beiderseitigen Nabelgefäße durch Anastomosen verbunden, die jedoch nach Velpeau[2]) nur unter den größeren Stämmen stattfinden. Oder es ist außer der Decidua auch das Chorion einfach; solche Fälle lassen sich auf Eier mit ursprünglich doppeltem Dotter zurückführen. Räthselhaft bleiben die Fälle, wo auch ein gemeinsames Amnion beide Embryonen umschließt, da dieses ein Hautgebilde des Embryo selbst ist. In der Sammlung des hallischen Entbindungsinstitutes befindet sich ein solcher von Niemeyer[3]) beschriebener Fall, wo zwei Zwillingsembryonen mit verschlungenen Nabelschnüren in einem Amnion liegen. Bischoff hält hier eine spätere Spaltung des anfangs einfachen Keimes für wahrscheinlich und erwartet von einer genaueren Beobachtung des Verhaltens der Eihäute bei Doppelmißgeburten mit Recht wesentlichen Aufschluß.

3. Fötalleben.

Das Fötalleben charakterisirt sich durch das Vorherrschen der Erscheinungen der Bildung, der Ernährung und des Wachsthumes in allen Organen, während dagegen die Organe selbst entweder noch gar nicht, oder doch in geringerem Maße, als beim geborenen Menschen, zum Theil selbst in anderer und eigenthümlicher Weise functioniren. Alle Bildung und Ernährung ist mit einem Stoffwechsel verbunden, der beim Fötus mancherlei Besonderheiten

---

[1]) Repertorium. II. [2]) L'art des accouchemens. Tom. I.
[3]) Zeitschrift für Geburtshülfe. Bd. I.

darbietet. Die ursprüngliche Mitgift des Eies an Bildungsmaterial, der Dotter, ist bei dem Menschen, wie bei den Säugethieren sehr gering und macht deßhalb eine Aufnahme neuer Stoffe von außen nothwendig. Diese werden überall von dem Gefäßsysteme der Mutter geliefert, aber die vermittelnden Gebilde sind in den verschiedenen Zeiten des Embryolebens verschieden. In den Tuben und anfangs auch noch im Uterus wird das Ernährungsmaterial durch Imbibition von der Zona pellucida aufgenommen; die Menge desselben ist noch gering, doch hat der Durchmesser des Eies im Uterus, wenn die Bildung der Keimblase und des Fruchthofes vollendet ist, bereits um 4 bis 5''' zugenommen. Nach der Verschmelzung der Zona mit dem serösen Blatte zum Chorion werden die Zellen der Chorionzotten das Organ der Stoffaufnahme, vielleicht auch einer Stoffumwandlung. Der Inhalt der Nabelblase ist nicht wie bei den Oviparen ein primärer, sondern schon ein secundärer von außen aufgenommener Fruchtstoff; die hier vorherrschende Entwicklung des venösen Gefäßapparates läßt einen Uebergang desselben in das Blut behufs der Ernährung des Embryo vermuthen. Doch hat das Nabelbläschen beim Menschen wegen seiner ursprünglichen Kleinheit und seines frühen Schwindens in dieser Beziehung jedenfalls nur eine untergeordnete Bedeutung. Sobald die Placenta gebildet ist, concentrirt sich alle Stoffaufnahme in ihr. Die Capillargefäße des Embryo, die sich in den Zottenreisern der Placenta verzweigen, empfangen das Material aus dem Blute der Mutter, das diese umspült. Ob die trennenden Membranen, namentlich die Zellenlage an der Innenfläche der Zottenmembran beim Durchgange eine umwandelnde Kraft auf dasselbe ausüben, wissen wir nicht. Bei den Säugethieren sind zwei Capillargefäßsysteme juxtaponirt, deren Scheiden fingerartig in einander greifen. Hier scheint, wenigstens in einzelnen Ordnungen, namentlich bei den Wiederkäuern, die Aufnahme nicht so unmittelbar aus dem mütterlichen Blute zu erfolgen, vielmehr das zwischen den beiderseitigen Gefäßscheiden sich anhäufende Secret der Glandulae utriculares einen Hauptbestandtheil des Ernährungsmaterials auszumachen. Prévost und Morin [1]) fanden bei Wiederkäuern in den späteren Zeiten der Gestation, wenn sie das Ei mit seinen Cotyledonen aus dem Uterus und dessen Carunkeln herauszogen, in den Zellen der letzteren eine weißliche Flüssigkeit, die sich auch aus den Gefäßbüscheln der Cotyledonen herausdrücken ließ. Sie reagirte schwach sauer und gerann in der Hitze; 280 Grammen derselben gaben:

Eiweiß mit Faserstoff und etwas Blutfärbestoff	30,88	Grammen.
Käsestoff	0,35	»
Eine gallertige Materie	1,45	»
Osmazom	2,00	»
Fett	2,10	»
Phosphorsauren Kalk und andere Salze	in nicht bestimmter Menge.	

Bischoff hält diese Flüssigkeit zum Theil für Schleim, d. h. abgestoßenes Epithelium und transsudirtes Blutwasser; ihre Menge ist nach Eschricht's Beobachtungen im ganz frischen Zustande nie so groß als nach Verlauf einiger Tage. Eschricht sieht in dem Secret der Glandulae utriculares, wenigstens bei den Schweinen, Delphinen und Kühen, das eigentliche Ernährungsmaterial für den Fötus und glaubt, daß es von anderen Zweigen

[1]) Recherches physiologiques et chimiques sur la nutrition du foetus. Mém. de la soc. phys. d'hist. nat. de Genève. Tom. IX.

der Nabelarterien aufgenommen werde, als denen in der Placenta die Athemfunction übertragen sei. Er fand bei den Schweinen eine weißliche dickliche Flüssigkeit zwischen Chorion und Uterus, und die Uterindrüsen selbst von einem ähnlichen Inhalte erfüllt. Auf dem verdickten und gefäßreichen Chorion zeigte sich eine große Anzahl rundlicher warzenartiger und mehr weiß erscheinender Körperchen, die genau den Mündungsstellen der Glandulae utriculares entsprachen. In ihnen verzweigten sich, wie sich bei Injectionen ergab, nur sparsame und feine Arterien, dagegen traten zahlreichere und größere Venen aus ihnen aus. Bei dem Delphin fanden sich ebenfalls auf dem Chorion kleine Areolen, die ein vorzüglich venöses Gefäßnetz besaßen und den Areolen der Uterinschleimhaut entsprachen. Auch bei der Kuh fand Eschricht zwischen den Cotyledonen der Placenten kleine, den Mündungen der Glandulae utriculares entsprechende Flecke, deren Gefäße ebenfalls vorzugsweise venös waren. Doch ist seine Ansicht von einer Trennung der Functionen und Uebertragung an verschiedene Zweige eines und desselben Gefäßstammes gewiß unrichtig. Beim Menschen ist der Antheil der Uterindrüsen, sowohl an der ersten Bildung der Decidua, als an dem späteren Ernährungsverkehr in der Placenta, durchaus unerwiesen und zweifelhaft.

Der Liquor amnii trägt wahrscheinlich nichts zu der Ernährung des Fötus bei. Seine Menge nimmt bis zur Mitte des Embryolebens zu, dann aber ab, sie beträgt durchschnittlich im Maximum anfangs 2, später 1 Pfund, variirt aber sehr bei den verschiedenen Individuen und hängt oft sichtlich von epidemischen Einflüssen ab. Die Flüssigkeit ist bei jüngeren Embryonen immer krystallhell, später gelblich oder weißlich und weniger durchsichtig, bisweilen grünlich, bräunlich, schwärzlich, mißfärbig, mit Blut untermischt. Sie ist von salzig fadem Geschmack, unbestimmt thierischem Geruch und von neutraler oder, namentlich in den späteren Schwangerschaftsmonaten, alkalischer Reaction. Ihre Zusammensetzung ist nicht immer gleich gefunden, was zum Theil von den verschiedenen Zeiten der Untersuchung abhängt [1]). Constante Bestandtheile des Liquor amnii sind: Wasser, Eiweiß, Extractivstoffe, Chlornatrium, milchsaures, phosphorsaures, schwefelsaures und kohlensaures Natron, phosphorsaurer und schwefelsaurer Kalk und Kalisalze in geringer Menge; weniger constante: Käsestoff (Fromherz und Gugert), Fett (Rees), Harnstoff (Fromherz und Gugert, Rees), Benzoësäure (nach Berzelius vielleicht Hippursäure), kohlensaures Ammoniak und Schwefelammonium (Fromherz und Gugert), Milchzucker im Fruchtwasser der früheren Periode bei der Kuh (Prout). Ich habe zweimal bei Kreissenden durch Abbinden der aus der Schamspalte hervorgetretenen Fruchtblase unvermischten Liquor amnii gewonnen, der von dem hiesigen Apotheker, Herrn Colberg, untersucht ist. Die Analyse ergab:

	Nr. 1. trüb und gelblich.	Nr. 2. trüb, grünlich, neutral.
specifisches Gewicht	1,006	1,007
Wasser	980,00	977,00
Eiweiß	9,50	12,10
Gelbes durch Aether ausgezogenes Fett	1,60	2,00
Weißes durch Alkohol ausgezogenes Fett	1,20	1,00

[1]) Vergl. Berzelius' Thierchemie. Simon a. a. O. II. S. 484. Bischoff's Entwicklungsgeschichte. S. 512.

	Nr. 1. trüb und gelblich.	Nr. 2. trüb, grünlich, neutral.
Fleischextract: in Wasser u. Alkohol lösl. in Wasser löslich. milchsaure Alkalien	2,70	3,10
Chlornatrium	4,50	4,60
Harnstoff	0,50	
Phosphorsaurer Kalk . .	0,20.	

Nr. 2. zeigte beim Verdunsten einen deutlichen Gallengeruch, allein der Farbestoff war zu innig mit dem Eiweiß verbunden, so daß weder Aether, noch Wasser, noch Alkohol dadurch gefärbt wurden.

So viel sich aus den mir bekannt gewordenen Analysen ersehen läßt, nimmt im Verlaufe des Embryolebens die Menge des Eiweißes verhältnißmäßig ab, ebenso das specifische Gewicht, das Vogt im 4ten Monate 1,0182, im 6ten 1,0092 fand. Dagegen nimmt die Menge der Kalksalze zu (Vogt) und Harnstoff und Ammoniakverbindungen treten auf. Den von Scheel [1]) und Lassaigne [2]) angegebenen Luftgehalt des Liquor amnii haben neuere Untersuchungen nicht bestätigt; nach J. Müller's Beobachtungen enthält der Liquor amnii weder respirable, noch respirirte Luft. Fast immer sind dem Liquor amnii Zellenkerne und Epidermiszellen von der Haut des Embryo und dem Amnion und in späterer Zeit auch abgestoßene Wollhaare beigemischt. Ueber den Ursprung des Liquor amnii sind verschiedene Ansichten aufgestellt. Einige sehen darin ein Secretionsproduct verschiedener Organe des Fötus, z. B. der Haut (Galen), der Nieren (Deusing), der Milchdrüsen (Bohn), der Speicheldrüsen (Lister), des Nabelstranges (Wharton) u.s.w. Andere betrachten es als ein Exsudat aus den Gefäßen des Amnions (van den Bosch, Scheel). Allein das Fruchtwasser ist schon vorhanden, ehe jene Organe gebildet sind, und das Amnion ist bei dem Menschen und der Mehrzahl der Säugethiere stets gefäßlos. Wahrscheinlich ist es ein Transsudationsproduct durch die Eihäute aus den Gefäßen der Mutter (Burdach). Dafür spricht besonders ein Fall von Otto [3]), wo bei einem fünfmonatlichen Embryo, dessen Mutter sich durch Schwefelsäure vergiftet hatte, die Haut überall und sonst kein anderes Organ desselben braunroth, fest und pergamentartig war. Weniger beweisend sind die Versuche von Mayer [4]), der Indigo, Safran und blausaures Kali, das er einem trächtigen Kaninchen in die Luftröhre spritzte, im Fruchtwasser, aber auch im Darme und mehren anderen Theilen des Embryo, das blausaure Kali auch in der Placenta wiederfand. Gegen die Bedeutung des Fruchtwassers als Ernährungsmaterial lassen sich hauptsächlich folgende Gründe geltend machen. Die Menge der nährenden Stoffe in demselben ist zu gering, sie beträgt in der Regel nur 1,2 bis 1,6 Proc., ihre allmälige Abnahme in der Schwangerschaft ist nicht genugsam erwiesen und vielleicht nur scheinbar, in Folge individueller Verschiedenheiten. Dem Fruchtwasser sind häufig excrementielle Stoffe des Fötus beigemengt, es ist nicht selten mißfärbig und entmischt, ohne daß die Ernährung des Embryo gelitten hat. In den Fällen, wo man es im Magen gefunden, war es wahrscheinlich nur durch zufällige Schlingbewegungen verschluckt, denn auch bei acephalen Mißgeburten und solchen mit verschlossenem Munde und Speise-

---

[1]) De liquoris amnii nat. et usu. Hafniae, 1799.
[2]) Arch. gén. de méd. II.
[3]) Seltene Beobachtungen. II. [4]) Meckel's Archiv. III.

rühre, war die Ernährung des übrigen Körpers nicht beeinträchtigt. Boerhave[1]) glaubte den Antheil des Fruchtwassers an der Ernährung des Fötus dadurch erwiesen, daß er bei einem Kinde, dessen Bauchdecken bei der Geburt zerrissen waren, vor der Aufnahme von Nahrung durch den Mund, Chylus in den Saugadern des Gekröses fand; allein die Gegenwart desselben konnte durch eine theilweise Resorption der in den Darmkanal ergossenen Galle bedingt sein. Die Resorption des Fruchtwassers durch die Lymphgefäße der Haut, die Brugmans bei lebenden Thierembryonen gefüllt fand, während die des Darmes leer waren, oder der Brustdrüse und Ueberführung von da zur Thymusdrüse (Lucae) ist durchaus unerwiesen. Wahrscheinlich ist der Nutzen des Fruchtwassers in der Schwangerschaft nur ein mechanischer, es schützt die zarten Theile des Embryo gegen Druck, gestattet ihm eine freie Bewegung, hindert die Verwachsung seiner Gliedmaßen mit dem Rumpfe (die z.B. Morlanne[2]) in einem Falle beobachtete, wo das Fruchtwasser längere Zeit vor der Geburt abgegangen war) und begünstigt endlich die gleichmäßige Ausdehnung des Uterus.

Die Aufnahme von Sauerstoff oder das Athmen ist für die Entwicklung der Eier bei den Oviparen ein unentbehrliches Requisit, es läßt sich daher für den menschlichen und Säugethierfötus dasselbe Bedürfniß mit Sicherheit voraussetzen. Müller[3]) sah fast reife Kanincheneier oder auch enthüllte Embryonen unter der Luftpumpe schneller sterben, als in atmosphärischer Luft, wiewohl sich dies auch aus dem aufgehobenen Luftdruck erklären läßt. Die atmosphärische Luft hat jedoch zu dem Fötus der Säugethiere und des Menschen keinen unmittelbaren Zutritt, und der Liquor amnii enthält keine Luft, auch besitzen die Kiemenbogen des Embryo hier zu keiner Zeit eine athmungsfähige Organisation, ebenso wenig sind Haut und Lungen zu dieser Function tauglich. Die Aufnahme von Sauerstoff kann daher nur aus dem Blute der Mutter geschehen. Wie es sich vor der Bildung der Placenta damit verhält, wissen wir nicht. Sie ist jedenfalls als das Athemorgan des Fötus zu betrachten. Dies ergiebt sich vornehmlich aus der Schnelligkeit, mit welcher die Compression der Nabelschnur den Tod des Embryo herbeiführt, was die bloße Unterbrechung des Ernährungsverkehrs nicht thun könnte. Freilich mag auch die Störung in der Blutvertheilung, die mit der Aufhebung des Placentarkreislaufes vor dem Beginne des Lungenkreislaufes nothwendig verbunden ist, hier einigen Antheil an dem Tode haben. In anderen Fällen scheinen sich die Kinder mehr zu verbluten, wenn der Druck vorzugsweise die compressiblere Nabelvene trifft und die Arterien fortfahren, Blut aus dem Kinde wegzuführen, ohne daß eine entsprechende Menge zurückkehrt; man findet alsdann die Kinder blaß und anämisch, die Placenta dagegen von Blut strotzend. In der Regel aber erfolgt der Tod unter den Erscheinungen der Suffocation; das Gesicht ist blau, das Herz und alle Gefäße mit dunkelrothem Blute überfüllt. Nach der Geburt, wenn die Respiration begonnen hat, kann die Nabelschnur ohne Nachtheil unterbunden werden. Vor dem Beginne der Respiration ist so lange keine Gefahr, als der Placentarkreislauf fortbesteht; mit dem Eintritt des Athmens hört die Pulsation der Nabelschnur auf und stellt sich wieder ein, wenn dieses unterbrochen wird, was Carus bei Kaninchenembryonen durch Eintauchen in lauwarmes Wasser bewirkte. Weniger beweisend für

[1]) Praelect. V. 2.
[2]) Journ. d'accouchemens. Paris an XII. Tom. II.
[3]) Handbuch der Physiologie. I.

die Athemfunction der Placenta sind die Resultate, die man bisher durch eine vergleichende Untersuchung des Nabelarterien- und Nabelvenenblutes gewonnen hat. Einen Farbenunterschied beider, wie er beim geborenen Menschen zwischen arteriellem und venösem Blute stattfindet, und in den Nabelgefäßen der Oviparen deutlich beobachtet werden kann, haben zwar Bischoff u. A. auch beim Menschen wahrgenommen, Müller dagegen nicht oder doch nur undeutlich. Es ist freilich schwer, hier reine Beobachtungen zu machen, weil leicht das Athmen schon vor dem Anstechen der Gefäße begonnen haben kann. Das Nabelarterienblut wird nach Denis [1]) an der Luft heller, das Nabelvenenblut nach Müller's Beobachtungen in kohlensaurem Gase — nicht aber unter der Luftpumpe — dunkler, allein dasselbe ist auch mit gewöhnlichem Venenblute der Fall. Die Entwicklung verschiedener Gasarten aus den beiden Blutarten durch Erhitzung ist bisher noch nicht gelungen, vielleicht haben neuere Untersuchungen mit den verbesserten Instrumenten einen glücklicheren Erfolg. Der größere Reichthum des Nabelvenenblutes an Faserstoff und seine langsamere Gerinnung, auf die Lavagna ein besonderes Gewicht legt, wäre nur dann als ein Beweis für stattgefundene Athmung zu betrachten, wenn sich darthun ließe, daß der Faserstoff nicht ursprünglich schon als solcher aus dem mütterlichen Blute in die Capillargefäße der Placenta foetalis übergegangen sei, sondern hier erst durch Oxydation aus dem aufgenommenen Eiweiß sich habe bilden müssen, analog seiner Bildung aus dem Eiweiß der Lymphe in den Lymphdrüsen und in den Lungen der Erwachsenen. Ein wichtiger Beweis für die Athemfunction der Placenta beim Menschen scheint mir aber darin zu liegen, daß derselben durch den unmittelbaren Uebergang größerer Arterien in ein ebenso weites Capillargefäßnetz ein ungewöhnlicher Reichthum an sauerstoffhaltigem Blute zugeführt wird, während dagegen ein sauerstoffarmes, venöses Blut wieder austritt, mithin der Sauerstoff innerhalb der Placenta abgegeben sein muß. So ist also die Aufnahme von Ernährungsmaterial und wenigstens der eine Theil des Athemprocesses, die Aufnahme von Sauerstoff, die beim geborenen Menschen auf die Verdauungsorgane und die Lungen vertheilt sind, beim Fötus in einem Organe, der Placenta, vereinigt. Die Placenta ist ein wahres Athemorgan und verhält sich nicht etwa, wie ein Organ der Mutter, das ebenfalls arterielles, sauerstoffhaltiges Blut empfängt, und venöses, sauerstoffarmes zurückgiebt, denn der Sauerstoff wird in der Placenta nicht, wie dort, vollständig zum eigenen Leben verbraucht, sondern zum größten Theil nur aufgenommen, um durch das Medium der Nabelvene dem Fötus zugeführt zu werden. Nur der Fötus kann in Bezug auf Athmen und Ernährung als ein Organ der Mutter angesehen werden, das aber nicht unmittelbar, sondern durch ein besonderes vermittelndes Gebilde, die Placenta, mit dem mütterlichen Organismus zusammenhängt.

Vor der Entstehung der Blutgefäße im Embryo werden die aufgenommenen Stoffe direct zur Bildung der Elementartheile der Organe und Gewebe verwandt, sobald sich aber das Blutgefäßsystem entwickelt hat, findet alle weitere Ernährung, wie beim geborenen Menschen, nur aus dem Blute Statt, und Alles, was von außen aufgenommen wird, kann nur durch das Medium des Blutes in die Organe übergehen. Das Fötalblut zeichnet sich durch seinen Reichthum an festen Bestandtheilen und Blutkörperchen, sowie seinen Eisengehalt aus, der sich zu dem des Muttervenenblutes wie 1,5 : 1

[1]) Simon a. a. O. II. S. 145.

erhält. Folgendes ist das Resultat der von Denis[1] mit dem Venenblute der Mutter und dem Blute der Placenta, welches aus der Nabelarterie floß, angestellten Analysen.

	Venenblut der Mutter.	Blut der Nabelarterie.
Wasser	781,0	701,5
Fester Rückstand . .	219,0	298,5
Fibrin	2,4	2,2
Albumin	50,0	50,0
Blutkörperchen . . .	139,9	222,0
Eisenoxyd	0,8	2,0
Phosphorhaltige Fette .	9,2	7,5
Osmazom und Cruorin	4,2	2,7
Salze	12,5	12,1

Die Nahrung des Fötus ist schon Blut, wenigstens der Theil desselben, der durch die Gefäßwände hindurchgeht, er tritt damit in das Gefäßsystem des Fötus über und bedarf für sich wohl kaum einer weiteren chemischen Metamorphose. Die Blutkörperchen aber werden dem Fötus nicht von außen als solche überliefert, vielmehr in ihm selbst erzeugt und setzen daher Umwandlungen in der Form und Mischung voraus. Die Blutkörperchen sind nach Bischoff bei sehr jungen Embryonen sämmtlich größer, als die der Mutter, später erscheinen daneben kleinere, die an Zahl zunehmen und endlich die größeren ganz verdrängen. Die ersten Blutkörperchen entstehen im Embryo gleich den Elementarzellen aller Gewebe, so bei den Fröschen, wie diese, direct aus den Dotterzellen, bei den Vögeln durch neue Zellenbildung aus dem Dotter, bei den Säugethieren und dem Menschen aus dem von außen aufgenommenen flüssigen Material, da der ursprüngliche Dotter kaum zur Bildung der Keimblase und des Fruchthofes hinreicht. Für die fernere Erzeugung der Blutkörperchen hat man ein besonderes Bildungsorgan annehmen zu müssen geglaubt. Reichert[2] findet es in der Leber, die nach ihm beim Fötus ungewöhnlich viele Zellen mit Tochterzellen enthält, in der also eine starke Production von Zellen vorkommt, die mit dem eigenen Wachsthume in keinem Verhältnisse steht. Allein Bischoff fand in der Leber des Säugethierfötus nur selten solche Zellen in Zellen, und ich glaube, daß man diesem Organe um so weniger die Bildung der Blutkörperchen beimessen darf, als sie ihm beim Erwachsenen jedenfalls fern liegt und es die ihm hier zukommende Function der Gallensecretion auch schon beim Fötus versieht. Mit mehr Recht sieht Bischoff nach Hewson's Vorgange in der dem Fötus eigenthümlichen Thymus die Bildungsstätte der Blutkörperchen. Er stützt sich dabei auf die in ihren Bläschen vorkommende und sich bildende ungeheure Menge von eigenthümlichen Körnchen, die die Natur von Zellenkernen mit Kernkörperchen haben, und die er zuweilen auch mit einer sehr zarten und kleinen Zellenmembran umgeben fand; eine temporäre Eröffnung dieser Drüsenbläschen in das Gefäßsystem sei nicht unwahrscheinlich und nicht ohne Analogie.

Bei dem erwachsenen Menschen gehen Anbildung und Rückbildung, Assimilation und Zersetzung in den Organen, einander parallel und beide stehen im Gleichgewicht, beim Kinde und mehr noch beim Fötus wiegt die erstere vor. Der Grund der schwächeren Zersetzung beim Fötus liegt zum Theil darin, daß seine Organe, namentlich Nerven und Muskeln, noch gar nicht oder nur unvollkommen functioniren, mithin die Materie nur wenig durch Lebensäußerungen abgenutzt

[1]) Simon a. a. O. II. S. 145. [2]) Entwicklungsleben.

wird. Im Uebrigen gleichen die Zersetzungsproducte denen beim Erwachsenen. Wie die Ausscheidung derselben vor der Bildung der dazu bestimmten Organe geschieht, und ob die Vasa omphalo-meseraica einen Antheil daran haben, wissen wir nicht. Später werden die stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte durch die Wolff'schen Körper und demnächst durch die Nieren ausgesondert. Müller sah bei Vogelembryonen und Bischoff bei Säugethieren ein Secret sich in den Kanälchen der Wolff'schen Körper bewegen. Bei menschlichen Embryonen hat man bei verhindertem Abflusse des Urines durch die Harnröhre die Harnblase, Harnleiter und Urachus ungewöhnlich ausgedehnt gefunden [1]). Ich habe mehrmals Kinder unmittelbar nach der Geburt und bei Steiß- und Fußgeburten noch vor der Geburt des Kopfes eine ziemliche Menge Urines von sich geben sehen. Bei denjenigen Thieren, wo die Allantois das ganze Fötusleben hindurch besteht, ist das Secret der Wolff'schen Körper und der Nieren der Allantoisflüssigkeit beigemengt. Die Allantois tritt, wie wir gesehen haben, sehr bald nach ihrer Entstehung mit den Wolff'schen Körpern und den Nieren in Verbindung, die Harnblase selbst ist ihr unmittelbares Entwicklungsproduct. Bei Vogelembryonen fand Jacobson [2]) in den ersten Tagen nach der Bebrütung, wo zwar die Wolff'schen Körper, aber noch nicht die Nieren entwickelt waren, Harnsäure im Liquor allantoidis, ebenso Prévost und Le Rayer am 13. und 14. Tage der Bebrütung und am 17. Harnstoff. Der Liquor allantoidis ist bei den Säugethieren anfangs hell und klar, geruchlos, süßlich und fade, später trübt er sich, wird gelblich, gelbroth und endlich braunroth und bekommt nach und nach einen widerlichen Geruch. Die Menge der Flüssigkeit nimmt allmälig zu; ihr specifisches Gewicht fand Dzondi [3]) anfangs 1,007, später 1,029, Lassaigne [4]) vom 5. bis 8. Monate 1,0072. Lackmus wird von ihr geröthet. Chemisch zusammengesetzt fand sie Lassaigne bei der Kuh aus: Eiweiß, vielem Osmazom, Schleim, einer eigenen Säure, der Allantoissäure, Milchsäure, salzsaurem Ammoniak, milchsaurem, phosphorsaurem, salzsaurem und schwefelsaurem Natron, phosphorsaurem Kalk und Bittererde. Dulong und Labillardière [5]) fanden in dem Liquor allantoidis aus der letzten Zeit der Trächtigkeit bei Kühen Harnstoff, ein färbendes Oel, benzoësaures, salzsaures und schwefelsaures Natron, kohlensaure Erden und Laugensalze. In den weißen, weichen, zähen, häutigen oder schleimigen Gerinnseln, Hippomanes genannt, die sich in der letzten Zeit in ihr bilden, fand Lassaigne neben vielem Eiweiß 27 Theile kleesauren Kalk. Beim Menschen, wo die Allantois als Blase schwindet, bleibt dem Urine nur der Ausweg in den Liquor amnii. Mehre der früher angeführten Analysen haben die Bestandtheile des Urines im Fruchtwasser nachgewiesen. Ebenso wenig, wie der Liquor amnii, verdankt aber der Liquor allantoidis allein dieser Quelle seinen Ursprung, vielmehr ist die Beimengung des Harnes in beiden nur accidentell. Der Liquor allantoidis entsteht wahrscheinlich, wie das Fruchtwasser, durch Transsudation aus den Gefäßen der Mutter, vielleicht auch vor der Abhebung der Nabelgefäße zum Theile durch Exsudation aus diesen. Seine Bedeutung scheint ebenfalls vorzugsweise eine mechanische zu sein, nämlich durch Ausdehnung der Allantoisblase die Anlegung ihrer Gefäße an das Chorion möglich zu machen.

Die kohlen- und wasserstoffhaltigen Zersetzungsproducte werden beim

---

[1]) Vrgl. Meckel's Archiv VII. Betzschler, Dissert. num a foetu urina secernatur et secreta evacuetur. Berol. 1820.
[2]) Meckel's Archiv VIII. [3]) Suppl. ad anat. et phys. Lips. 1806.
[4]) Meckel's Archiv VII. [5]) Meckel's Archiv V.

gebornenen Menschen durch die Lungen- und Hautausdünstung und in dem Secret der Leber entfernt, durch die beiden ersteren im verbrannten Zustande, als Kohlensäure und Wasser, in dem letzteren unverbrannt, um nach Liebig zum Theil wieder in die Blutmasse aufgenommen zu werden und dort den endlichen Verbrennungsproceß zu erfahren. Wahrscheinlich bildet sich auch beim menschlichen und Säugethierfötus, da er Sauerstoff aufnimmt und aus dem Blute der Mutter außer den stickstoffhaltigen auch stickstofflose zur Verbrennung geeignete Materien empfängt, die Kohlensäure als Zersetzungsproduct, wie dies für den Vogelembryo durch Dulk's [1]) Untersuchungen erwiesen ist. Da aber die Lungen hier noch nicht functioniren, so vermuthe ich, daß die Ausscheidung derselben in der Placenta aus den Nabelarterien erfolgt, mithin auch der andere Theil des Athemprocesses durch dieses Organ versehen wird. Genauere Untersuchungen über den verschiedenen Luftgehalt des Nabelvenen- und des Nabelarterienblutes, verbunden mit der Untersuchung der durch die Uteringefäße in die Placenta ein- und austretenden Blutmasse, müssen diese Frage entscheiden. Vermuthlich ist jedoch die Menge der gebildeten Kohlensäure beim Fötus verhältnißmäßig gering, da er weniger Sauerstoff aufnimmt und wenig eigene Wärme erzeugt. Vielmehr scheinen die kohlen- und wasserstoffhaltigen Zersetzungsproducte größtentheils unverbrannt durch die Leber ausgeschieden zu werden. Die Leber erscheint beim Fötus schon sehr früh und zeichnet sich durch ihre außerordentliche Größe aus. Von dem 3. Monate an findet man eine der Galle ähnliche Materie im Darme, bis zum 5. Monate nur im Dünndarme und von grünlich brauner Farbe, später auch im Dickdarme und endlich auch im Mastdarme, wo sie sich, dunkler geworden, als Meconium immer mehr anhäuft. Das Meconium rührt größtentheils von dem Secrete der Leber her und erhält dadurch seine Färbung. Denn bei Mißgeburten mit fehlender Leber, oder wo der Darm unterhalb der Einmündung des Gallenganges verschlossen war, fand man in dem unteren Theile des Darmes nur eine zähe, weiße und schleimige Flüssigkeit [2]). Das Meconium zeigt nach Simon [3]) unter dem Mikroskope außer einer grünlich gefärbten amorphen Masse zahlreiche Epitheliumzellen und Cholestearinkrystalle. Seine chemische Zusammensetzung fand er folgendermaßen:

Cholestearin	16,00
Extractive Materie und Bilifellinsäure	10,40
Cafeïn	34,00
Bilifellinsäure im Mar. des Bilins	6,00
Biliverdin mit Bilifellinsäure	4,00
Zellen, Schleim, Albumin	26,00

Die älteren Beobachter hatten in dem Meconium den Gallenfärbestoff und das Gallenharz, Andere auch Gallenstoff gefunden [4]). Die Asche des Meconiums besteht nach Payen aus kohlensaurem Alkali und phosphorsaurem Kalk. In späteren Zeiten findet man auch in der Gallenblase Galle, als eine röthliche, schleimige und süßlich oder fade schmeckende Flüssigkeit, die gegen das Ende der Schwangerschaft grün wird und einen bittern Geschmack bekommt. Lassaigne [5]) fand in der Galle eines sechsmonatlichen Kuhfötus eine grüne und eine gelbliche Materie, Schleim, kohlensaures und salzsaures Natron und

[1]) Schweigger's Journal 1830. I.
[2]) Vergl. Tiedemann, Anat. der kopflosen Mißgeburten.
[3]) A. a. O. II. S. 488.
[4]) Vergl. Bischoff's Entwicklungsgeschichte, S. 523.
[5]) Ann. de Chim. et de Phys. XVII.

phorphorsauren Kalk, kein Pikromel. Die Galle hat beim Fötus wohl kaum eine Beziehung zur Chylification oder Blutbildung, da die Aufnahme von Nahrungsstoffen durch die Verdauungsorgane fehlt. Sie ist wahrscheinlich nur ein Excrement, durch welches das Blut sich der kohlen- und wasserstoffhaltigen Zersetzungsproducte entledigt. Vermuthlich haben auch hier, wie beim Erwachsenen, die Blutkörperchen einen wesentlichen Antheil an ihrer Bildung, da sie vor allen anderen Elementar- und Gewebstheilen durch den fötalen Lebensproceß abgenutzt werden müssen. In Bezug auf die Deutung der Galle als Zersetzungsproduct hat man einen besonderen Werth auf das Fehlen des Pikromels gelegt, doch bleibt diese Auslegung bei den schwankenden Ansichten über die Zusammensetzung der Galle überhaupt noch unsicher und zweifelhaft. Die verhältnißmäßig sehr bedeutende Gallenabsonderung beim Fötus, entsprechend der geringeren Sauerstoffaufnahme, läßt darauf schließen, daß die Lebersecretion ein Supplement zu dem einen Theile des Athemprocesses, der Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser, sei. Als Product der Hautsecretion beim Fötus kennen wir nur die sogenannte Vernix caseosa. Es ist dies eine weißlichgelbe, schlüpfrigfettig und klebrig anzufühlende Substanz, die sich von der Mitte der Schwangerschaft ab auf der Oberhaut besonders am Kopfe, in den Achselhöhlen und der Leistengegend anhäuft. Sie ist kein Niederschlag aus dem Fruchtwasser, denn sie findet sich nicht auf der inneren Fläche des Amnions und dem Nabelstrange. Sie besteht unter dem Mikroskope aus Epidermiszellen und Fettbläschen und nach Simon [1]) auch aus nicht zahlreichen Krystallen, die theils die Form von Cholestearinkrystallen, theils die der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia besitzen. Nach Gmelin [2]) enthält sie Talg, Osmazom, mit saurem essigsaurem und salzsaurem Natron, geronnenem Eiweißstoff, in Salz- und Essigsäure unvollkommen löslich, und zwar daraus durch Galläpfeltinctur, nicht durch blausaures Eisenoxydulkali fällbar. Auf Papier hinterläßt sie einen Fettfleck, knistert auf Kohlen und verbrennt dabei zu einer schwer einzuäschernden Kohle. Nach diesen Daten ist sie also vorzugsweise ein Secret der Hauttalgdrüsen mit abgestoßener Epidermis untermischt.

Die Wärmeerzeugung ist beim Fötus gering, was zum größten Theile von der schwächeren Kohlensäurebildung abhängen mag, obwohl diese sicherlich nicht die einzige Quelle der thierischen Wärme ist. Der menschliche und Säugethierfötus bedarf wie die Eier der Oviparen noch der äußeren Wärme zu seiner Entwicklung. In den Versuchen von Autenrieth und Schütz [3]) waren die Embryonen von Kaninchen unmittelbar bei ihrer Herausnahme aus dem Uterus kälter als die Mutter, diese nämlich 30°, jene nur 27°; sie erkalteten außerhalb des Uterus der lebenden Mutter, wenn sie noch durch Placenta und Nabelstrang mit demselben in Verbindung standen, ebenso schnell, als andere, die man ganz getrennt und getödtet hatte. Auch in den ersten 14 Tagen nach der Geburt ist das Wärmeerzeugungsvermögen bei den blindgeborenen Raub- und Nagethieren noch sehr gering und sie erkalten, von der Mutter entfernt, sehr bald. Das neugeborene Kind bedarf ebenfalls noch der äußeren Wärme, und wenn es bei der Geburt die Temperatur der Mutter zeigt, so sinkt dieselbe in der nächsten Zeit meist um einige Grade. Daß jedoch den lebenden Eiern das Wärmeerzeugungsvermögen nicht ganz abgeht, ist wenigstens für die Vogeleier durch directe Beobachtungen erwiesen. Volkmann [4])

---

[1]) A. a. O. II. S. 486. [2]) Chemie II. 2.

[3]) Dissert. sist. experiment. circa calorem foetus. Tubing. 1799.

[4]) Observationes biologicae de magnetismo animali et de ovorum animaliumque caloris quadam constantia ejusque explicatione. Lips. 1826.

hat durch Versuche ermittelt, daß ein keimfähiges Hühnerei noch nicht gefriert, wenn das Wasser, in welchem es liegt, gefriert, sondern in einer Temperatur von — 8° erst nach 1¾ Stunden, während ein getödtetes Ei schon nach 1¼ Stunde gefriert; die Temperatur des ersteren stieg in heißem Wasser binnen 6 Minuten von 18° auf 36°, die des getödteten von 18° auf 45°; die Art der Tödtung hatte keinen Einfluß. Hiernach dürfen wir auch für den menschlichen und Säugethierembryo ein selbstständiges Wärmeerzeugungsvermögen annehmen, da die Hauptbedingungen desselben in seinem Stoffwechsel gegeben sind.

Gegen die Erscheinungen der Bildung, der Ernährung und des Wachsthumes im ganzen Körper und die Functionen einzelner auf den Stoffwechsel bezüglicher Organe, tritt die Thätigkeit des Nervensystemes und des Bewegungsapparates sehr in den Hintergrund. Man glaubte früher, daß die Bildung der Organe unmittelbar von dem Nervensysteme abhängig sei. Allein so wenig es eigentlich trophische Nerven im geborenen Menschen giebt, so wenig sind deren im Embryo vorhanden. Man stützte sich bei jener Annahme vorzugsweise auf die Beobachtungen von Tiedemann [1]) und Alessandrini [2]) an Mißgeburten, bei denen mit dem Mangel oder der Vermehrung oder der Verschmelzung einzelner Nerven stets ein gleicher Zustand in den entsprechenden Organen verbunden war. Allein das peripherische Nervensystem bildet sich, wie das Gefäßsystem, in jedem einzelnen Organe gleichzeitig mit dessen übrigen Elementartheilen aus dem gemeinsamen Blasteme, und so ist jener Zusammenhang leicht erklärlich. Das Nervensystem besitzt gewiß im Embryo keine anderen Kräfte, als die ihm im geborenen Menschen zukommen. Diese aber sind, wie die Function eines jeden Gebildes, an eine eigenthümliche Structur und Mischung geknüpft. Nun zeigt sich zwar die Anlage der Centralorgane des Nervensystemes schon frühzeitig beim Embryo, allein Gehirn und Rückenmark bestehen lange nur aus primären Zellen, und erst bei Rindsembryonen von 13″ Länge fand Valentin [3]) ausgebildete Primitivfasern im Rückenmarke. Im Gehirne dauert nach Valentin die Entwicklung neuer primärer Zellen und ihre Metamorphose zu Fasern und Ganglienkugeln während des ganzen Embryonallebens fort, da man zu jeder Zeit die verschiedenen Stadien neben einander findet; der Farbenunterschied beider Substanzen bildet sich sogar erst nach der Geburt aus. Die peripherischen Nerven sind erst zu Ende des 2. oder zu Anfange des 3. Monates kenntlich und selbst bei einem fünfmonatlichen Fötus schienen sie Bischoff [4]) noch nicht vollständig entwickelt, indem sich noch immer die Kerne der zu ihrer Entwicklung verwandten Zellen an ihnen erkennen ließen. Die histologische Entwicklung der Fäden des N. sympathicus schreitet nach ihm noch langsamer vor, als die der Rückenmarksnerven, obwohl seine Ganglienkette schon zu einer Zeit ziemlich ausgebildet ist, wo das Rückenmark verhältnißmäßig noch nicht so weit entwickelt zu sein scheint. Schon nach diesen anatomischen Daten dürfen wir die Thätigkeit des Nervensystemes, zumal in der ersten Hälfte des Embryonallebens, nicht sehr hoch anschlagen. Seelenäußerungen finden, wenn sie überhaupt vorhanden sind, gewiß nur höchst unvollkommen und in den letzten Schwangerschaftsmonaten Statt. Ein directer Beweis dafür läßt sich nicht führen. Dagegen läßt sich eine Thätigkeit der sensiblen Nerven, die freilich noch nicht selbstbe-

[1]) Zeitschrift für Physiol. I. und III.
[2]) An quidquam nervi conferant ad evolut. et increment. system. muscul. Nov. comment. scient. Instit. Bonon. Tom. III. 1837.
[3]) Müller's Archiv 1840. [4]) A. a. O.

wußte Empfindung zu sein braucht, nicht ableugnen. Die unzweifelhaften Reflexbewegungen, die wir sowohl an Embryonen im Uterus vor und während der Geburt, z. B. durch Kitzeln der Hände und Fußsohlen, hervorrufen können, als auch die bei frühzeitig Geborenen außerhalb des Uterus z. B. nach Sprengung der Eihüllen durch den plötzlichen Reiz der atmosphärischen Luft entstehen, liefern dafür den sichersten Beweis. Die Bewegungserscheinungen hängen natürlich nicht bloß von der Ausbildung der motorischen Nerven, sondern auch der Bewegungsorgane, der Muskelfasern u. s. w. ab. Sie treten in den animalen Muskeln wohl nur selten vor dem 5. Monate auf und zeigen sich vorzugsweise in den unteren Extremitäten. Erblam sah sie in einem Falle bei einem viermonatlichen Embryo außerhalb des Uterus. Im 5. Monate habe ich sie mit Anderen nicht nur im Uterus deutlich gefühlt, sondern auch mehrmals bei geborenen Embryonen, wiewohl nur schwach, gesehen. Ihre Kraft nimmt allmälig zu. Sie sind durchaus kein Beweis einer Seelenthätigkeit, sondern müssen als reine Reflexbewegungen angesehen werden, was schon ihr Vorkommen bei acephalen Mißbildungen zeigt. Dasselbe gilt von den unregelmäßigen Athembewegungen, die einige Beobachter wahrgenommen haben. Winslow [1]) sah bei Hunden und Katzen innerhalb des Eies abwechselnde Oeffnung und Schließung der Nasenlöcher mit Bewegung der Rippen und Bauchmuskeln. Béclard [2]) sah ebenfalls Oeffnen des Mundes, Vergrößerung der Nasenlöcher und Heben der Wände der Brusthöhle, und fand Fruchtwasser in der Luftröhre und den Bronchien. Auch die in der letzten Zeit des Embryonallebens unzweifelhaft vorkommenden Schlingbewegungen, in Folge deren man verschlucktes Fruchtwasser, Wollhaare u. s. w. im Magen findet, werden mit Recht unter die mehr zufälligen Reflexbewegungen gerechnet. Im organischen Muskelsysteme kommen Bewegungen des Darmkanales beim Menschen wahrscheinlich erst in der zweiten Hälfte des Embryonallebens vor, denn erst im 5. Monate findet man die abgesonderte Galle, Epithelium und Schleim des Darmes, das sogenannte Meconium, in dem Dickdarme, früher nur in den oberen Theilen des Dünndarmes. Eine Entleerung des Meconiums in das Fruchtwasser findet bei lebenden menschlichen Embryonen nur selten Statt, häufig dagegen bei todten, wo die Sphincteren erschlafft sind, durch den Druck während der Geburt. Sehr früh tritt dagegen die Bewegung im Herzkanale auf, bei Vogelembryonen um die 36. bis 40. Stunde der Bebrütung, bei Kaninchenembryonen nach Bischoff um die Mitte des 9. Tages. Sie beginnt, noch ehe die Muskelfasern und Nerven des Organes ihre Reife erlangt haben. Denn Wagner [3]) sah den Herzkanal bei einem 48 Stunden bebrüteten Vogelembryo noch aus deutlichen kernhaltigen Zellen bestehen und Bischoff fand ebenfalls noch die primären Zellen an dem Herzkanale von Vogel-, Hunde- und Kaninchenembryonen. Es scheint sich also hier die Natur successive eines verschiedenen Mechanismus zur Erreichung ihres Zweckes zu bedienen. Selbst noch in späterer Zeit finden sich nach Valentin [4]) zwischen den Muskelfasern des Herzens, und sie sehr verdeckend, viele primäre Zellen, Kerne und Zellenfasern, und fast nur letztere konnte Bischoff in dem Herzen junger Säugethierembryonen und eines kleinen, ohne Kopf 8''' großen menschlichen Embryo beobachten.

---

[1]) P. Scheel, Ueber d. Beschaffenheit u. d. Nutzen d. Fruchtwassers in d. Luftröhre menschl. Früchte. Erlangen 1800.

[2]) Meckel's Archiv I. [3]) Icon phys. Tab. V. Fig. 11.

[4]) A. a. O.

4. Wechselwirkung zwischen Mutter und Frucht.

Schon aus dem bisher Gesagten geht hervor, wie innig der Zusammenhang zwischen Mutter und Frucht ist, und wie mancherlei Berührungspunkte für eine Wechselwirkung gegeben sind. Das Blut der Mutter ist das Ernährungs- und Athmungsmaterial für das Kind, und seine Mischung somit in doppelter Beziehung für dasselbe wichtig. Gesunde und kräftige Frauen gebären im Allgemeinen auch gesunde und kräftige Kinder, wenn nicht ein entgegengesetzter Einfluß vom Vater her sich geltend macht. Hydropische Frauen bringen öfters, wiewohl nicht immer, wassersüchtige Kinder zur Welt. Der Uterus ist in dieser Beziehung nur das Organ, welches die Blutzufuhr vermittelt, ohne alle weitere und specifische Einwirkung. Denn die Ernährung des Kindes geht unter übrigens gleichen Verhältnissen ebenso wohl von Statten, wenn bei einer Extrauterinschwangerschaft die Placenta sich z. B. an den Magen der Mutter geheftet hat und aus den Gefäßen dieses Organes ihr Blut bezieht. Für das Athmen des Fötus ist die Mischung, namentlich der Sauerstoffgehalt des mütterlichen Blutes ebenso wesentlich, wie für den geborenen Menschen die Zusammensetzung der umgebenden Luft. In denjenigen Krankheiten der Mutter, wo das Blut eine dissolute Beschaffenheit zeigt, wird der Fötalpuls gewöhnlich alsbald klein und schwach, während sonstige fieberhafte Zustände der Mutter ohne ein derartiges Blutleiden in der Regel keinen Einfluß auf ihn ausüben. Das schnelle Absterben des Kindes nach dem Tode der Mutter, auch wo dieser ohne länger vorausgegangenes Kranksein erfolgte, ist, wie ich glaube, vornehmlich der plötzlichen Unterbrechung des Athmens wegen Mangels an athembarem, d. h. geathmet habendem Blute zuzuschreiben. Für manche Arzneistoffe, Gifte und Contagien giebt das mütterliche Blut den Träger ab und vermittelt ihre Einwirkung auf das Kind. Eine Frau nahm vor der Niederkunft Opium, ihr Kind kam wie betäubt zur Welt und verfiel in Krämpfe [1]). Die Uebertragung des Blatterncontagiums durch die Mutter auf das Kind hat man häufig beobachtet, und zwar schien die Ansteckung meistens erst dann zu erfolgen, wenn die Mutter schon genesen war, wenn sie dagegen früher eintrat, gewöhnlich einen Abortus zu veranlassen [2]) Zuweilen erkrankte nur der Fötus, während die Mutter verschont blieb oder unempfänglich war. Ebel [3]) beobachtete während einer Blatternepidemie eine Frau, die ungefähr 14 Tage vor ihrer Entbindung unpäßlich war und heftige Bewegungen der Frucht fühlte; das Kind brachte eiternde Blattern mit auf die Welt und bekam deren am zweiten und dritten Tage noch mehr. Keßler und Watson [4]) sahen Fälle, wo Frauen, welche früher die Blattern gehabt und während ihrer Schwangerschaft in der Nähe von Blatternkranken sich aufgehalten hatten, Kinder mit ausgebrochenen Blattern oder mit Blatternarben gebaren. Aehnliche Erfahrungen machte auch Jenner [5]). Die Uebertragung anderer Contagien durch das Blut der Mutter auf den Fötus scheint weniger häufig vorzukommen, woran die Immunität der einen, wie des andern ihren Antheil haben mag. Ob sich die öfters beobachtete Erblichkeit des Wechselfiebers [6])

[1]) Mende, Handb. d. gerichtl. Medic. III.
[2]) Philosophical transactions. London 1780. 1781. Burdach, a. a. O. II.
[3]) Grafsmeyer de concept. et foecundat. human. Gotting. 1789.
[4]) Philosoph. transact.
[5]) Med. chirurg. Abhandl. d. medic.-chirurg. Gesellschaft zu London. A. d. Engl. v. Osann. Berlin 1811.
[6]) Vrgl. Baumgarten-Crusius Periodologie; Siebold's Journ. XVII. St. 2.

ebenfalls auf eine Uebertragung durch das Blut zurückführen läßt, muß ich dahin gestellt sein lassen, halte es jedoch für wahrscheinlich.

Aber die Mischung des Blutes ist nicht der einzige Weg, auf dem eine Einwirkung Seitens der Mutter auf den Fötus statthat, auch die Blutvertheilung kommt hier wesentlich in Betracht. Hyperämie und Anämie des Uterus, namentlich die erstere, greifen oft störend in das Leben der Frucht ein. Jede Hyperämie ist mit einer Verlangsamung der Circulation verbunden und beschränkt dadurch die Sauerstoffzufuhr an den Fötus mehr oder weniger. Eine stärkere Hyperämie bewirkt leicht entweder eine vermehrte Exsudation von Liquor sanguinis, die namentlich in den ersten Schwangerschaftsmonaten, wenn sie einigermaßen stürmisch eintritt, Gefahr bringen muß, oder sie führt zu einer Ruptur der Gefäße und Blutaustritt. Ich habe mehrmals bei Frauen, die bald nach der Conception die Zeichen einer Uterincongestion, als anhaltende Schmerzen im Unterleibe und im Kreuze u. s. w. darboten, eine Degeneration des Eies mit und ohne Bluterguß in die Decidua und mit gänzlicher Verkümmerung des Embryo und endlichen Abortus beobachtet. In den späteren Monaten wird die Hyperämie meist durch den Blutaustritt und die dadurch verursachte Lösung oder Obliteration der Placenta gefährlich. Eine plötzliche und starke Blutung, die die Placenta in ihrem ganzen Umfange trennt, zieht gewöhnlich sofort Abortus nach sich. In anderen Fällen geschieht die Blutung nur langsam und partiell; hierbei fließt das Blut öfters nicht nach außen ab, sondern infiltrirt sich in das Parenchym der Placenta in verschiedener Ausbreitung und Dicke, entfärbt sich allmälig bis zum Gelblichweißen, wird consistenter und schrumpft sammt dem inbegriffenen obliterirten Gewebe zu einer lederartigen Masse zusammen; von dem Grade und dem Umfange dieser Verödung hängt dann natürlich der größere oder geringere Nachtheil für die Frucht ab. Alles, was durch mittelbare oder unmittelbare Einwirkung auf die Gefäßnerven die Blutbewegung im Uterus zu stören vermag, kann auf diese Weise dem Fötus Schaden bringen. Die gewöhnlichsten Veranlassungen der Art sind Gemüthsbewegungen, fieberhafte Zustände, Aftergebilde im Uterus, vor Allem aber die Andauer oder Wiederkehr der Menstruation in der Schwangerschaft. Weniger sind uns aus der Erfahrung die Verhältnisse, unter denen eine Anämie des Uterus vorkommt, und deren nächste Folgen bekannt.

Eine gehörige Temperatur des Uterus ist für den Embryo, dessen Wärmeerzeugungsvermögen jedenfalls gering ist, ein nothwendiges Lebensrequisit, und bedeutendere Abweichungen derselben von der Norm können nicht ohne nachtheiligen Einfluß auf ihn bleiben. Doch kennen wir die Verhältnisse, unter denen solche Abweichungen stattfinden, im Einzelnen — außer beim Tode der Mutter — noch zu wenig, um etwas Bestimmteres darüber aussagen zu können. Die Zustände vermehrter oder verminderter Erregung in den Uterinnerven müssen in dieser Beziehung näher in's Auge gefaßt werden.

Von der mechanischen Einwirkung, die der Uterus durch seine Zusammenziehungen auf den Fötus ausübt, wird bei der Geburt ausführlicher die Rede sein. Die Contractionen können in jedem Stadium der Schwangerschaft durch Reize, welche entweder direct die Uterinnerven treffen, oder sich durch Reflex von anderen Theilen des Nervensystemes auf sie verbreiten, hervorgerufen werden. Mehr oder weniger beträchtliche Lösungen der Placenta und Blutaustritt sind fast immer die Folge. Umfangreiche Trennungen führen jedesmal Abortus herbei, partielle dagegen enden häufig nur mit einer Obliteration des betreffenden Theiles in der oben angegebenen Weise.

Räthselhaft ist das sogenannte Versehen der Schwangeren. Es wird

von Vielen ganz geleugnet, aber gewiß mit Unrecht. Ich rechne natürlich nicht hierher die Hemmungsbildungen, die auf einem Stehenbleiben auf embryonalen Bildungsstufen beruhen, sondern nur diejenigen Fälle, wo Sinnesvorstellungen der schwangeren Mutter sich in der Bildung des Kindes ausprägten. Als Beispiel mag folgende Erzählung von Baer's [1]) dienen: »Eine schwangere Frau wurde durch eine in der Ferne sichtbare Flamme sehr erschreckt und beunruhigt, weil sie dieselbe in der Gegend ihrer Heimath erblickte. Der Erfolg lehrte, daß sie sich nicht geirrt hatte. Da der Ort aber 7 Meilen entfernt war, so dauerte es lange, bis man sich hierüber Gewißheit verschaffte, und diese lange Ungewißheit mag besonders auf die Phantasie der Frau eingewirkt haben, so daß sie lange nachher versicherte, stets die Flamme vor Augen zu haben. Zwei oder drei Monate nach dem Brande wurde sie von einer Tochter entbunden, welche einen rothen Fleck auf der Stirn hatte, der nach oben spitz zulief in Form einer auflodernden Flamme; er wurde erst im siebenten Jahre unkenntlich. Ich erzähle diesen Fall, weil ich ihn zu genau kenne, da er meine eigene Schwester betrifft, und weil die Klage über die Flamme vor den Augen während der Schwangerschaft geführt und nicht wie gewöhnlich nach der Entbindung die Ursache der Abweichung in der Vergangenheit aufgesucht wurde.« Begreiflicher Weise sind es fast immer Zustände des Opticus, die einen solchen Einfluß auf die Frucht ausüben. Doch kannte ich eine Frau, die während ihrer Schwangerschaft durch den Ton des Armensünderglöckchens bei einer Hinrichtung sehr erschreckt wurde. Noch lange klang ihr dieser Ton in den Ohren nach, und jedes Geläute war ihr zuwider. Ihr bald darauf geborenes Kind, versicherte sie, habe in seinen ersten Lebensjahren ebenfalls eine außerordentliche Empfindlichkeit gegen den Ton der Glocken gezeigt, es sei dabei selbst in weiterer Entfernung stets zusammengeschreckt und habe die größte Unruhe und Aengstlichkeit an den Tag gelegt.

Die Einwirkung des Embryo auf die Mutter ist vorzugsweise durch die Entziehung von Nahrungsstoffen bedingt. In der Regel werden Mutter und Kind gleichmäßig ernährt, öfters aber auch gedeihet das letztere auf Kosten der ersteren. Einige speciellere Punkte, z. B. in Betreff der Kalksalze, sind schon berührt. Ob der Embryo einen Einfluß durch Rückgabe seiner Zersetzungsproducte an die Uterinvenen auf die Blutmischung der Mutter ausüben kann, wissen wir nicht. Der räthselhaften Abhängigkeit mancher nervöser Erscheinungen in der Schwangerschaft von dem Geschlechte der Frucht ist bereits gedacht. Die mechanische Reizung des Uterus durch den Embryo als einen fremden Körper ist selten beträchtlich; nur wo die Empfindlichkeit der Uterinnerven erhöhet ist, wird die Bewegung des Kindes, zumal in den letzten Monaten, schmerzhaft, und ruft bei gesteigerter Reflexerregbarkeit überhaupt leicht Störungen auch in entfernteren Nervenpartien hervor. Ueber die Einwirkung, welche Krankheiten des Embryo, wenn sie für sich auftreten, auf die Mutter ausüben, fehlt es an hinreichend sicheren und genauen Beobachtungen. Wahrscheinlich ist sie nicht bedeutend. Ich entsinne mich eines Falles, wo eine Mutter, die während der Schwangerschaft über keine sonderlichen Beschwerden geklagt hatte, ein todtes Kind mit allen Zeichen einer intensiven Peritonitis gebar. Bei acuten Krankheiten will man häufig große Unruhe und lebhaftere Bewegungen des Kindes wahrgenommen haben. Eine — und zwar für die Mutter schmerzhafte (?!) —

[1]) Burdach a. a. O. II.

Entzündung des Amnions, von der die Geburtshelfer fabeln, existirt nicht, weil das Amnion keine Gefäße besitzt. Dagegen kommt eine Entzündung der Placenta wohl unzweifelhaft vor, obwohl die Mehrzahl der angeblichen Entzündungen sich auf die verschiedenen Metamorphosen eines Blutextravasates reduciren läßt; doch möchte ich bezweifeln, daß diese Entzündung, wenn sie sich auf den Fötaltheil beschränkt, jemals außer secundär durch den Tod des Embryo, irgend erhebliche Zufälle bei der Mutter hervorbringt. Der Tod des Embryo giebt sich meistens durch eine Reihe charakteristischer Symptome kund, die größtentheils von einem Stillstande in der Entwicklung der mütterlichen Geschlechtsorgane herrühren. Der Leib nimmt nicht mehr an Umfang zu, vielmehr oft sogar ab, die Temperatur des Leibes, der äußeren Genitalien und der Scheide sinkt, der Uterus fühlt sich weniger derb an, er ändert seine Lage nach Lage und Stellung der Schwangeren, diese hat das Gefühl einer todten Last im Leibe, die Brüste fallen zusammen, und öfters fließt Milch aus den erschlafften Drüsenkanälen aus. Nach längerer oder kürzerer Zeit, oft an dem gehörigen Termine, tritt alsdann die Geburt ein. Nicht selten jedoch fehlen die angegebenen Symptome ganz, oder sind so gering, daß sie von der Schwangeren übersehen werden. Häufig begleitet ein Frostanfall den Tod der Frucht; er ist jedoch keineswegs so charakteristisch, als man gewöhnlich annimmt, sondern überall nur ein Zeichen einer heftigen Impression auf das Rückenmark, und wird bisweilen auch vermißt. In anderen Fällen gehen ein oder mehre Frostschauer, oft in regelmäßigen Intervallen, dem Tode der Frucht voran, und scheinen vielmehr die Ursache desselben zu sein. Nach jedem Frostanfalle wird die Bewegung des Kindes schwächer, der Herzschlag undeutlicher, bis endlich das Leben erlischt. Durch Chinin gelingt es öfters, die Frostanfälle zu beseitigen und das Leben des Kindes zu erhalten. Es ist mir wahrscheinlich, daß während der Frostanfälle die Circulation in den Uteringefäßen sehr verlangsamt und dadurch die Belebung des Fötalblutes behindert ist, oder daß durch eine starke Hyperämie ein wiederholter Blutaustritt erfolgt, und so successiv die Lösung der Placenta herbeigeführt wird. In einzelnen Fällen hat man nach dem Tode der Frucht Zeichen einer bedeutenden Blutsentmischung an der Mutter beobachtet, Fieber mit großer Hinfälligkeit, äußerst übelriechende Ausleerungen, einen Ausbruch von Ekzema über den ganzen Körper u. s. w. Dies geschah aber wohl nur dann, wenn die abgestorbene Frucht im Uterus in Fäulniß übergegangen war und eine Resorption der Jauche stattgefunden hatte.

Geburt.

Die Geburt ist das Ende der Schwangerschaft, beschließt aber damit nicht die Entwicklungsvorgänge, welche durch die Empfängniß im weiblichen Körper eingeleitet sind, sondern ist der Anfang und die Vorbereitung zu neuen Metamorphosen. Zunächst aber ist sie der Act, durch welchen das Product der Zeugung aus dem mütterlichen Organismus ausgestoßen wird. Sie ist zwar ein physiologischer Act, grenzt aber, wie die Schwangerschaft und das Wochenbett, nahe an das Pathologische. Das Gebären ist selbst bei den rohesten Völkern und den höheren Thieren mit einem bedeutenden Kraftaufwande, mit Schmerz und Angst verknüpft; je complicirter das Phänomen, um so vielfacheren Störungen ist der Mechanismus desselben zugänglich. Dennoch verlaufen die meisten Geburten gefahrlos für Mutter und Kind,

und verhältnißmäßig selten erreichen die Abweichungen einen solchen Grad, daß sie nicht in sich ausgeglichen werden könnten. Kilian[1]) hat eine Zusammenstellung von 372,103 Geburtsfällen veranlaßt, aus den verschiedensten Schriften und aus verschiedenen Jahrgängen, um dadurch Eigenthümlichkeiten der Ortsverhältnisse, der Jahrgänge, der Aerzte u. s. w. zu neutralisiren. Von diesen 372,103 Weibern sind 376,514 Kinder geboren worden, darunter kamen 16,437 todt zur Welt oder starben gleich nach der Geburt, 4284 mal beobachtete man Zwillinge, 59 mal Drillinge und 3 mal Vierlinge; Mütter starben 2560; unter 334,912 Geburten kamen bei 10,752 Weibern Operationen vor, darunter 59 Kaiserschnitte, 232 Perforationen, 4026 Wendungen, 4439 Zangenapplicationen u. s. w. Doch geben insofern die statistischen Angaben niemals eine richtige Anschauung von dem natürlichen Verhältnisse, als eine große Zahl unglücklicher Geburtsfälle auf verspäteter Hülfe und falscher Behandlung Seitens der Hebammen, ja selbst der Aerzte beruht. Wenn übrigens die Geburt bei den sogenannten cultivirten Völkern bedeutenderen und zahlreicheren Abweichungen unterworfen ist, als bei den uncultivirten, so trägt nicht sowohl eine höhere geistige Bildung die Schuld davon, als vielmehr geistige und leibliche Unnatur, Unsittlichkeit, Vernachlässigung des Körpers und Hemmung seiner natürlichen Entwicklung.

1. Ursache der Geburt.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Ausstoßung des Fötus durch die Zusammenziehungen des Uterus bewirkt wird. Die Meinung der Alten, daß der Fötus sich selbst gebäre, die in neuerer Zeit nur noch von Friedreich[2]) wieder aufgenommen wurde, bedarf keiner Widerlegung. Ebenso unrichtig ist die Ansicht von Haller[3]), daß die Geburt ein willkürlicher Act sei und vorzugsweise durch die Contractionen des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, unter geringer Mitwirkung des Uterus vollbracht werde. Die tägliche Erfahrung, die nicht seltenen Geburten in Zuständen der Bewußtlosigkeit, bei Ohnmacht und Apoplexie, wo die Action des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln fast aufgehoben ist, endlich die Geburten bei vollkommenem Vorfalle des Uterus, weisen das Irrige derselben auf das Entschiedenste nach. Aber wenn man auch darüber einig ist, daß der Hauptsitz der Thätigkeit bei der Geburt im Uterus zu suchen sei, so weichen doch die Meinungen über die Ursache, welche den Uterus zur Thätigkeit anregt, sehr von einander ab.

Einige, Mauriceau[4]) und Calza[5]) an der Spitze, glaubten, der Uterus ziehe sich am Ende der Schwangerschaft zusammen, weil das Maß seiner Ausdehnbarkeit erschöpft sei. Allein die Ausdehnung des Uterus in der Schwangerschaft ist keineswegs eine rein mechanische, sie ist ferner in verschiedenen Schwangerschaften bei einer und derselben Frau bald größer, bald geringer, je nach der Größe und Zahl der Kinder und der Menge des Fruchtwassers. Wenn der Embryo in den früheren Schwangerschaftsmonaten abstirbt, oder sich gar nicht in der Höhle des Uterus befindet, so fällt der

[1]) Geburtslehre. I.
[2]) Henke, Zeitschrift für Staatsarzeneikunde. Band XXI.
[3]) Element. physiol. T. VIII. p. 438.
[4]) Traité des maladies des femmes grosses etc. Livre II. p. 203.
[5]) Ueber den Mechanismus der Schwangerschaft. Reil's Archiv, VII, 3.

angegebene Grund der Zusammenziehungen ganz weg, und nichts desto weniger treten diese meist zur gehörigen Zeit ein.

Die Ansicht, daß der Fötus als ein fremder Körper den Uterus zu Zusammenziehungen reize, hat von jeher vielen Anklang gefunden. Baudelocque[1]) meinte, daß die Uterinwandungen schon vom Beginn der Schwangerschaft an sich bemühten, den Fötus als einen lästigen Reiz auszustoßen, hieran aber durch die Unnachgiebigkeit des Halses verhindert würden, bis endlich auch dieser der ausdehnenden Gewalt des Fötus nachgebe, und so verdünnt der Thätigkeit des Grundes nicht mehr das Gleichgewicht zu halten vermöge. Allein wir haben durchaus keinen Beweis für jene anfänglichen fruchtlosen Bestrebungen des Uterus, sich des Fötus zu entledigen, vielmehr lehrt uns die tägliche Erfahrung beim Abortus, daß, wenn einmal die Zusammenziehungen im Uteringrunde begonnen haben, der Hals auch unverdünnt keineswegs im Stande ist, ihre Wirkung für die Dauer aufzuhalten. Verbreiteter ist daher die Meinung, daß der Fötus zwar während des größten Theiles der Schwangerschaft auf's Innigste mit dem Uterus verbunden sei, nach erlangter Reife aber sich mehr und mehr von ihm löse, und nun erst, zum fremden Körper geworden, ihn zu Zusammenziehungen reize. Nägele und zum Theile auch Joerg vertreten vor Anderen diese Ansicht. Naegele[2]) meint, daß mit der zunehmenden Reife des Fötus der Ernährungsverkehr zwischen ihm und dem Uterus mehr und mehr abnehme, daß daher die Eihäute, durch die derselbe vermittelt werde, gegen das Ende der Schwangerschaft sich allmälig aus der Verbindung mit dem Uterus lös'ten und gleichsam abwelkten, während dagegen die Placentarverbindung ungestört selbst noch nach der Geburt bestehe, bis das Luftathmen und der neue Kreislauf zu Stande gekommen seien. Aber die Eihäute spielen, wie wir gesehen haben, bei der Ernährung des Fötus nur in der frühesten Zeit des Embryonallebens eine Rolle, und später findet in der Placenta zugleich die Aufnahme von Nahrungsmaterial und Sauerstoff Statt. Joerg[3]) glaubt, daß der Uterus in der letzten Zeit der Schwangerschaft durch den Widerstand des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln beengt und gedrückt werde und weniger Blut in sich aufnehmen könne; dadurch werde nicht bloß sein eigenes Wachsthum beschränkt, sondern vor Allem die Ernährung der Eihäute und der Placenta behindert, welche deßhalb abwelkten; weil mithin weniger Blut aus dem Uterus in den Fötus übergehe, häufe sich in jenem die Irritabilität an, und rufe endlich in der vierzigsten Woche Contractionen hervor. Abgesehen von der Verkehrtheit der Schlüsse sind auch hier die Prämissen falsch. Hiernach müßte nämlich je nach der größeren oder geringeren Ausdehnung des Uterus, der größeren oder geringeren Nachgiebigkeit der Bauchdecken die Zeit des Geburtseintrittes viel größeren Schwankungen unterworfen sein, als es in der That der Fall ist. Fände überhaupt ein solcher Druck mit Beeinträchtigung der Circulation Statt, so müßte sich dies nothwendig in Veränderungen des Placentalgeräusches offenbaren. Denn überall, wo die Blutzufuhr durch eine Compression der Gefäße wirklich vermindert ist, wie z. B. während der Wehen durch die Zusammenziehungen des Uterus, wird das Placentalgeräusch dumpfer und schwächer, und kehrt erst mit dem

[1]) Anleitung zur Entbindungskunst, übers. von P. F. Meckel. I. S. 342.

[2]) Versuch eines Systemes der Geburtshülfe. Erfahrungen und Abhandlungen rc. Seite 97 ff.

[3]) Ueber das physiologische und pathologische Leben des Weibes. Thl. II. S. 50.

Nachlasse der Wehe zu seiner früheren Helligkeit und Stärke zurück. Beim Abortus, bei einem frühzeitigen Tode des Kindes in der Schwangerschaft, bei der Graviditas extrauterina kann von einer solchen Compression des Uterus durch die Bauchdecken und das Zwerchfell ohnehin nicht die Rede sein. Ueberhaupt ist es eine ganz irrige Vorstellung, daß mit der zunehmenden Reife des Fötus der Ernährungsverkehr zwischen ihm und dem Uterus sich mindere. Der reife Fötus bedarf nicht weniger der Nahrung, als der nicht reife, er muß deßhalb so lange Nahrungsmaterial durch die Placenta aufnehmen, bis ihm neue Wege der Ernährung eröffnet sind; auch schlösse eine Minderung des Ernährungsverkehrs gleichzeitig eine Beschränkung des Athmens in sich. Die Reife des Fötus bedeutet ja nur, daß er fähig ist, getrennt vom Uterus sein Leben in der Außenwelt fortzusetzen. Ehe ihm aber die Vortheile dieser zum Ersatze geboten sind, darf er der Einwirkung jenes nicht entzogen werden, und da er sich nicht allmälig an die Außenwelt gewöhnt, so wird er sich auch nicht allmälig von dem Uterus entwöhnen. Die Lösung und Trennung geschieht erst durch den Act der Geburt selbst. Vergleichen wir einen rechtzeitig geborenen Fötus mit einem aus der 36sten oder 37sten Woche, so sehen wir deutlich, daß Ernährung und Wachsthum ununterbrochen bis zur Geburt hin fortschreiten, denn das Gewicht des ersteren ist größer, die Knorpel und Nägel zeigen eine größere Festigkeit, die Glieder sind voller und runder, die Haut weißer und turgescirender. Auch tragen die Verbindungsorgane des Fötus mit dem Uterus im normalen Zustande bei der Geburt niemals Spuren des Alterns oder Welkseins, wie man es zu nennen pflegt, an sich. Natürlich kommt hier nur die Placenta in Betracht. Diese aber hat keineswegs an Gewicht verloren, ihre Gefäße sind nicht obliterirt und enthalten ebenso viel Blut als sonst — außer bisweilen am Placentarrande —, wie sowohl die Untersuchung mit bloßem Auge als unter dem Mikroskope beweis't. Die Verbindung mit dem Uterus mindert sich nicht vor dem Beginn der Geburt, sie lockert sich überhaupt nicht allmälig, sondern wird durch die Contractionen des Uterus gewaltsam zerrissen. Zeigen sich hier und da in dem Placentargewebe indurirte und verödete Stellen oder knochenartige Ablagerungen, so findet dies nur ausnahmsweise Statt und ist immer eine pathologische Erscheinung. Sie läßt sich, wie schon bemerkt, in den meisten Fällen auf die verschiedenen Umwandlungsstufen eines Blutextravasates, bedingt durch anomale Congestion oder Contraction des Uterus zurückführen, seltener entwickelt sie sich aus einer entzündlichen Exsudation. Bei größerer Ausbreitung tritt dann leicht Tabescenz, selbst Tod des Fötus ein. Die Eihäute vermitteln nur in ganz früher Zeit vor der Bildung des Placentarkreislaufes die Nahrungszufuhr für den Embryo. Nach dieser Zeit werden die Deciduae sehr bald durch den Druck des wachsenden Eies comprimirt und verschmelzen mit einander, ihre Gefäße scheinen dabei völlig zu obliteriren, jedenfalls ist ihr Zusammenhang mit der Uterinwand außerordentlich gering, und in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft ohne alle Schwierigkeit lösbar. Das Chorion erhält nur an der Placentarstelle und deren nächster Umgebung Gefäße durch die Anlage der Allantois, die Zotten des Chorion an dem gefäßlosen Theile vergehen zwar nicht ganz, aber verkümmern schon früh zu sehnicht aussehenden Fäden, die, mit breiterer Basis vom Chorion entspringend, sich in die Decidua einsenken. Das Amnion besitzt zu keiner Zeit des Fötuslebens Gefäße. Von einem Abwelken der Eihäute in der letzten Zeit der Schwangerschaft, als Ursache des verminderten Ernährungsverkehrs zwischen dem Uterus und dem

Fötus, kann also nicht die Rede sein. Daß endlich überhaupt nicht der Reiz des Fötus als eines fremden Körpers das bestimmende Moment für die Contractionen des Uterus bei der Geburt abgiebt, beweisen unwiderleglich diejenigen Fälle, wo der Fötus schon in einem der früheren Schwangerschaftsmonate abgestorben ist, und die Geburt dennoch erst zur gewöhnlichen Zeit erfolgt, noch mehr aber der rechtzeitige Eintritt der Geburtswehen bei der Graviditas extrauterina, wo der Fötus sich in der Bauchhöhle befindet und hier oft noch längere oder kürzere Zeit über das normale Ende der Schwangerschaft hinaus sein Leben fortsetzt.

Der eben widerlegten Ansicht gegenüber steht nun die Meinung derjenigen, welche in dem Leben und dem Entwicklungsgange des Uterus selbst den Grund seiner Thätigkeit bei der Geburt suchen. Bekannt ist die Auffassung Reil's [1]). Nach ihm herrscht im jungfräulichen Uterus die Contractivkraft vor; mit dem Eintritte der Schwangerschaft bekommt die Expansivkraft das Uebergewicht, und treibt die Contractivkraft vom Grunde abwärts bis zum Halse, bis endlich diese auf dem äußersten Punkte angelangt, plötzlich vom Halse zum Grunde überspringt; dieses Ueberspringen bezeichnet den Anfang der Geburt. Aber genau betrachtet enthält diese Annahme keine Erklärung, sondern nur ein Bild, und noch dazu ein verkehrtes. Denn wie lassen sich die physikalische Dichtigkeit und Blutarmuth des jungfräulichen Uterus und die lebendige rhythmische Zusammenziehung des Organes bei der Geburt als Aeußerungen einer und derselben Kraft zusammenstellen? Und die Expansivkraft, die im schwangeren Uterus vorherrschen soll, was ist sie anders, als das Wachsen des Organes um und mit seinem Inhalt, das sich gleichzeitig im Grunde wie im Halse offenbart? Auch im Acte der Geburt selbst findet kein solcher Gegensatz zwischen Contractivkraft im Grunde und Expansivkraft im Halse Statt, sondern wir sehen nur die Wirkung einer nach bestimmten Gesetzen angeordneten und in Thätigkeit versetzten Musculatur vor uns. Wahrscheinlicher klingt die Hypothese von Carus [2]). Er sieht mit Recht in dem Uterus ein Organ der Bewegung. Diese Bewegung habe den peristaltischen Typus und sei durch die eigenthümliche Entwicklung seiner Muskelfasern in der Schwangerschaft vorgebildet; mit der vollendeten Ausbildung der Musculatur trete, unabhängig vom Fötus, die Nothwendigkeit der Bewegung und somit der Geburt ein. Aber abgesehen davon, daß der Impuls zur Thätigkeit für jeden Muskel vom Nerven ausgeht, widerspricht dieser Ansicht der Umstand, daß die Geburt so häufig schon in den früheren Stadien der Schwangerschaft, unabhängig von der Ausbildung der Musculatur, erfolgt. In ähnlicher Weise, wie Carus, äußert sich Hoffmann [3]), nur daß er seine Meinung noch mit einigen naturphilosophischen Floskeln ausgeziert hat. Kilian [4]) sieht den Grund des Geburtseintrittes in der im letzten Schwangerschaftsmonate allmälig erfolgenden Eröffnung des inneren Muttermundes. Allein diese Eröffnung ist nur ein Phänomen, durch den Entwicklungsgang des Uterus bedingt, das keineswegs immer, und namentlich nie beim Abortus, den Contractionen vorangeht, und selbst, wenn dies der Fall wäre, so läßt sich nicht einsehen, wie es die Ursache der Con-

---

[1]) Ueber das polarische Auseinanderweichen der ursprünglichen Naturkräfte in der Gebärmutter u. s. w. Reil's Archiv, VII. 3.

[2]) Von der eigentlichen Bedeutung der eintretenden Geburtsthätigkeit im menschlichen Fruchtgange und insbesondere im Uterus. Zur Lehre von der Schwangerschaft und Geburt. Abth. II. S. 118.

[3]) Die Triebfeder der Geburt. Landshut, 1825. [4]) A. a. O. S. 207.

tractionen abgeben sollte. Ritgen [1]) hat gewiß insofern Recht, als er den Antrieb zur Geburt von den Uterinnerven ausgehen läßt, aber die Ansichten, welche er über die Wirkungsweise des Nervensystemes vorbringt, sind so rein hypothetisch und liegen so weit ab von aller gegenwärtigen Physiologie, daß ich sie hier glaube mit Stillschweigen übergehen zu dürfen.

Die Ursache, welche den Uterus am Ende der Schwangerschaft zu Contractionen bestimmt, liegt nicht in der Reife des Fötus, sondern in dem Uterus selbst, in den durch die Schwangerschaft gesetzten physiologischen Verhältnissen dieses Organes. Zwar fallen normal die Reife des Fötus und die Geburtsthätigkeit im Uterus zusammen, und die Vorgänge im kindlichen und mütterlichen Körper greifen auf diese Weise zweckmäßig und harmonisch in einander, ohne daß jedoch ein unmittelbarer Causalnexus zwischen beiden besteht. Denn, wenn der Fötus in einem der früheren Schwangerschaftsmonate abgestorben ist, tritt keineswegs immer Abortus ein, sondern die Geburt erfolgt oft erst an dem gewöhnlichen Termine, und bei der Graviditas abdominalis, wo der Fötus sich außerhalb des Uterus befindet, erscheinen nichts desto weniger zur rechten Zeit Wehen, die etwa drei bis vier Tage anhalten, wobei der Muttermund sich öffnet und die Decidua mit dem Lochialflusse ausgeschieden wird. Der Uterus ist wesentlich ein Organ der Bewegung. Er entwickelt sich, wie wir gesehen haben, durch allmälige Uebergänge in den verschiedenen Thierclassen aus einem einfachen musculösen, mit Schleimhaut ausgekleideten Kanale, der die unmittelbare Fortsetzung des Eierstockes als dessen Ausführungsgang ist. Bei den niederen Thieren tritt die Bedeutung des hier sogenannten Eileiters, als eines Bewegungsorganes, wodurch das Secret des Eierstockes oder das Product der Zeugung ausgesondert wird, unzweifelhaft in den Vordergrund. Aber auch bei den höheren Thieren und dem Menschen ist dieses der Fall. Die Einwirkung des Uterus auf den Fötus behufs dessen Ernährung trägt nichts Specifisches an sich, er ist in dieser Beziehung nur ein Organ, welches ihm Blut zuführt. In jedem anderen Theile des Generationssystemes, ja selbst in der Bauchhöhle kann sich der Fötus entwickeln, so weit der Raum es gestattet. In den Ovarien und Tuben sind dieser Entwicklung durch die Unnachgiebigkeit der Organe bestimmte Grenzen gesetzt, gewöhnlich im dritten Monate kommt es zu einer Zerreißung, die in den meisten Fällen den Tod der Mutter nach sich zieht. In der Vagina (?) und der Bauchhöhle dagegen kann der Fötus seine vollständige Reife erlangen, weil hinlänglicher Raum gegeben ist, und es ist durchaus gleichgültig, mit welchem Organe die Placenta in Verbindung tritt. Aber hier fehlt der Bewegungsapparat, der die Lösung und Ausstoßung des Fötus übernehmen könnte. Im Uterus ist Beides vereinigt. Er gewährt dem Fötus Nahrung und Raum für seine Entwicklung, und er allein ist im Stande, ihn zu gebären. Bewegung, Contraction ist die unveräußerliche Function des schwangeren Uterus, mag der Fötus sich in ihm entwickeln, oder nicht. Als Bewegungsorgan steht der Uterus unter dem Einflusse des Nervus sympathicus, wie das Herz, der Darmkanal u. s. w. Er unterscheidet sich aber von diesen Organen wesentlich dadurch, daß seine Bewegung, wenigstens in ihrer ganzen Vollständigkeit, keine bleibende Function, sondern an eine bestimmte Entwicklungsstufe geknüpft ist, und daß durch die Ausübung dieser Function selbst wieder die Rückbildung in den früheren Zustand eingeleitet und befördert wird. Schon die einfache Thatsache, daß nach sehr schnellen Geburten die

[1]) Die Triebfeder der Geburt. Gemeinsame Zeitschrift für Geburtskunde. Bd. IV. Heft 1.

Nachwehen auffallend stärker sind und länger anzuhalten pflegen, mußte darauf führen, daß der nächste Grund der Bewegung bei der Geburt in dem Uterus selbst enthalten sei. Was aber bestimmt den Uterus am Ende der Schwangerschaft zur Contraction? Daß jetzt erst die Ausbildung seiner Musculatur vollendet sei, kann der Grund nicht sein, denn wir finden wenigstens bei vorzeitigen Geburten in den letzten Schwangerschaftsmonaten keine bemerkbaren Abweichungen in dem Mechanismus und der Kraft der Bewegung. Auch geht der Impuls zur Bewegung gewiß hier, wie überall, vom Nervensysteme aus. Wir haben gesehen, daß während der Schwangerschaft die Uterinnerven an Masse zunehmen, Remak will sogar gefunden haben, daß die Zunahme nur die sympathischen (motorischen) Fasern betrifft. Doch ist dieses Letztere bei der zweideutigen Beschaffenheit der Remak'schen sympathischen Fasern noch nicht erwiesen. Gesetzt aber, es wäre, wie es fast wahrscheinlich ist, der Fall, so könnte man annehmen, daß die motorischen Nerven des Uterus, sobald sie am Ende der Schwangerschaft ihre volle Ausbildung erlangt hätten, in Wirksamkeit träten und den Impuls zur Bewegung gäben. Dabei käme die Frage in Betracht, ob bei den unwillkürlichen Bewegungen der vom Nervus sympathicus abhängigen Organe, der Grund der Bewegung sowohl, wie ihres Typus lediglich in den motorischen Nerven zu suchen sei, oder ob sie als Reflexbewegungen angesehen werden müßten. Mir ist, obwohl ich die Mitwirkung der Reflexreize nicht in Abrede stellen will, das Erstere wahrscheinlicher, weil auch die von cerebrospinalen Nerven versorgten Muskeln ohne einen besonderen Willensimpuls beständig aus innerem, rein motorischem Antriebe thätig sind. Aber in Bezug auf die Geburtsthätigkeit tritt uns hier dasselbe Bedenken, wie oben bei der Musculatur, entgegen. Die motorischen Nerven des Uterus können durch Reize verschiedener Art schon zu jeder Zeit der Schwangerschaft in Thätigkeit versetzt werden, selbst außer der Schwangerschaft beim Coitus und vielleicht auch während der Menstruation, obwohl hier die Bewegungen nur momentan und unvollkommen sind. Es bliebe demnach, wenn wir die obige Hypothese festhalten wollen, nur die Annahme übrig, daß die Selbstbestimmung zur Thätigkeit in den motorischen Nerven des Uterus nur alsdann einträte, wenn sie ihre volle Ausbildung erreicht hätten, daß aber nichts desto weniger die Thätigkeit schon früher durch anomale Reize hervorgerufen werden könnte. Fernere Untersuchungen müßten auf etwaige Veränderungen in den Ganglien, den Centralorganen des sympathischen Nervensystemes, gerichtet sein, von deren grauer Substanz wahrscheinlich die stetigen Bewegungsimpulse ausgehen, wie für die motorischen Nerven der animalen Muskeln vom Rückenmarke.

Noch einen Punkt muß ich hier berühren, nämlich das Verhältniß des Geburtseintrittes zur Menstruation. Man hat von Alters her behauptet und will es beobachtet haben, daß die rechtzeitige Geburt immer dann erfolge, wenn das zehnte Monatliche nach geschehener Conception hätte erscheinen sollen. Allein die Geburt tritt nicht mit einem Schlage ein, die Erscheinungen der Schwangerschaft gehen allmälig und ohne scharfe Grenze in die der Geburt über. Setzen wir, wie es der wissenschaftliche Begriff verlangt, den Anfang der Geburt in den Eintritt der ersten nicht durch zufällige Reize bedingten Contractionen im Uterus, so liegt derselbe jedenfalls weit vor dem Termine, den der Sprachgebrauch gewöhnlich als solchen bezeichnet. Schon in den letzten drei bis vier Wochen der Schwangerschaft fühlt man bei sorgfältiger wiederholter Untersuchung ein zeitweises Härterwerden des Uterus, als Zeichen einer Contraction. Aber auch abgesehen davon, wenn wir nur den eigentlichen sogenannten Geburtsact in's Auge fassen wollen, so ist es sehr schwer, wenn nicht un-

möglich, die obige Behauptung auf eine hinreichend breite Basis sicherer Beobachtungen zu gründen. Die Schwangeren in den Entbindungsinstituten wissen fast nie etwas Bestimmtes über den Typus ihrer Menstruation auszusagen, und auch in der Privatpraxis bei den Frauen höherer Stände stößt man nur selten und ausnahmsweise auf hinlänglich zuverlässige Angaben in dieser Beziehung. Die häufigen Schwankungen in dem Menstruationstypus auch bei übrigens ganz gesunden Frauen erschweren ohnedies hier, wo es sich um die Summirung einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Menstruationsperioden handelt, eine genaue Ermittelung sehr. In den wenigen Fällen, wo ich eine sichere Beobachtung glaubte machen zu können, fiel allerdings die Geburt mit der zehnten Menstruationsperiode zusammen, oder die Differenz betrug doch nur wenige Tage. Aber auch selbst, wenn sich dieses Verhältniß in größerer Ausdehnung, als es bisher wirklich nachgewiesen ist, als richtig herausstellen sollte, sind wir durchaus noch nicht berechtigt, die Geburt als den Coeffect einer menstrualen Congestion zu den Ovarien, wie es beim Abortus in der That häufig der Fall ist, zu betrachten. Genaue Sectionen allein können hierüber Aufschluß geben. In den freilich nicht zahlreichen Fällen, wo ich Gelegenheit hatte, Wöchnerinnen, die bald nach der Geburt und nicht an Krankheiten des Geschlechtsapparates gestorben waren, zu seciren, und auf dieses Verhältniß achtete, fand ich niemals die Spuren einer menstrualen Hyperämie in den Ovarien. Dasjenige Ovarium, welches das der vorhergegangenen Schwangerschaft angehörige Corpus luteum enthielt, war gewöhnlich etwas dicker, außerdem zeigten sich Narben aus früherer Zeit an beiden Ovarien, im Uebrigen aber weder ein angeschwollenes Graaf'sches Bläschen, noch weniger die Zeichen einer frischen Ruptur und des damit verbundenen Blutaustrittes in die Höhle des Follikels.

2. Von der Geburtsthätigkeit oder den austreibenden Kräften bei der Geburt.

Die austreibenden Kräfte bei der Geburt sind: die Contractionen des Uterus, der Vagina, des Zwerchfelles und der Bauch- und Beckenmuskeln.

a) Von den Contractionen des Uterus oder den Wehen.

Die Muskelfasern des Uterus tragen, wie wir gesehen haben, die Charaktere der organischen Muskelfasern an sich, die Nerven gehören dem Systeme des Nervus sympathicus an. Zweige vom Plexus spermaticus versorgen vorzugsweise den Grund, Zweige vom Plexus hypogastricus den Hals und den unteren Theil der Gebärmutter. Der Uterus reagirt auf mechanische und galvanische Reize, wie die übrigen organischen und die willkürlichen Muskeln, er reagirt aber auch, was diese nicht thun, auf die Einwirkung der Kälte, wie das Zellgewebe und die Ringfaserhaut der Arterien.

Die Contractionen des Uterus sind, wie alle vom Nervus sympathicus abhängigen Bewegungen, dem Einflusse des Willens entzogen, nur in Zuständen des Affectes macht sich auch hier, gleichsam auf Umwegen, eine Reflexwirkung von dem physiologischen Gehirne aus bemerkbar. Bekannt ist, daß in Folge einer Gemüthsbewegung, eines Schreckes u. s. w. die Wehen oft plötzlich aufhören, oder der Modus und Typus derselben unregelmäßig wird. Vom physiologischen Rückenmark aus lassen sich bei Thieren durch Reizung Uterinbewegungen hervorrufen. Reizung des kleinen Gehirns erregt nach Budge[1])

[1]) Untersuchungen über das Nervensystem. Heft 2.

und Valentin [1]) Bewegungen der Uterinhörner und der Tuben. Doch sind diese Bewegungen nicht constant und nach Volkmann wahrscheinlich als Reflexbewegungen anzusehen. Dagegen lassen sich direct durch Reizung der unteren Lumbar- und oberen Sacralganglien des N. sympathicus, sowie der Nn. spinal. lumbal. im geschwängerten und ungeschwängerten Zustande peristaltische Bewegungen der Tuben und des Uterus hervorbringen, schwächer in der Mitte der Schwangerschaft, als kurz vor der Geburt [2]). Ja selbst nach der vollständigen Trennung vom Gehirn und Rückenmark und dem übrigen sympathischen Nervensysteme dauert die Bewegung fort. Man sah den ausgeschnittenen Eileiter einer Schildkröte seinen Inhalt noch austreiben [3]). Entsprechende pathologische Erfahrungen hat man beim menschlichen Weibe gemacht. Man hat beobachtet, daß Frauen mit Hemiplegie behaftet, oder während eines tiefen Schlafes, im Sopor, in epileptischen und apoplektischen Anfällen ihre Kinder gebaren [4]). In mehren Fällen endigt selbst die Thätigkeit des schwangeren und in der Geburt begriffenen Uterus nicht sofort mit dem Tode. Leroux [5]) fühlte lebhafte Zusammenziehungen des Uterus noch eine Viertelstunde nach dem während des Gebärens erfolgten Tode; ebenso d'Outrepont [6]). Osiander [7]) machte an einem Leichname den Kaiserschnitt, und fand am folgenden Tage den Uterus eben so zusammengezogen, wie bei einer Wöchnerin. Ich selbst dagegen konnte an dem Uterus einer an Eklampsie Verstorbenen, bei der ich eine Viertelstunde nach dem Tode den Kaiserschnitt machte, keine Spur einer Contraction mehr bemerken. Auch gehören keineswegs alle Fälle, wo nach dem Tode der Mutter die Frucht noch ausgetrieben wurde, hierher. Häufig, zumal wo schon längere Zeit verflossen war, fand die sogenannte Geburt lediglich durch den Druck Statt, den die in Folge der beginnenden Fäulniß in der Bauchhöhle angehäuften Gase auf die Wandungen des schlaff und welk gewordenen Uterus ausübten [8]).

Die Contractionen des Uterus sind rhythmisch. Im Anfange der Geburt sind die Pausen länger, die Wehen dagegen kürzer, im Verlaufe kehrt sich das Verhältniß um, die Wehen werden länger und kräftiger, die Pausen kürzer. Bei Sacombe findet sich hierüber eine sehr genaue Beobachtung. Mit 23 Wehen war das Kind geboren. Von diesen Wehen dauerte die erste 21 Secunden, die neunzehnte 93 Secunden. Der Zwischenraum zwischen der ersten und zweiten betrug 15 Minuten, zwischen der achtzehnten und neunzehnten aber nur 4 Minuten. Bei längerer Dauer der Geburt treten von Zeit zu Zeit größere Pausen ein, und die Geburt zerfällt in mehre Cyclen von allmälig steigenden und ebenso fallenden Wehen. In der Regel habe ich alsdann die größeren Pausen in den frühen Morgenstunden und um Mittag beobachtet. Den größeren Pausen liegt jedenfalls eine momentane Erschöpfung durch die vorhergegangene Thätigkeit zum Grunde, die kleineren jedoch zwischen den einzelnen Wehen möchten darin ebenso wenig, wie die Mehrzahl der rhythmischen Vorgänge im Nervensysteme eine genügende Erklärung finden.

Der Mechanismus der Uterin-Contractionen, obwohl in letzter Instanz

---

1) Repertor. Band VI.
2) Valentin de funct. nerv. cereb.
3) Müller, a. a. O. Bd. I. S. 110.
4) Rosenberger de virib. part. efficientibus. Halae 1791. §. 5.
5) Dict. des sciences méd. XIX.
6) Gemeinsame deutsche Zeitschrift für Geburtskunde. Bd. III.
7) Handbuch der Entbindungskunst. Bd. II.
8) Niethe, diss. de partu post mortem. Berol. 1827.

durch die Wirkungsweise der motorischen Nerven bestimmt, hängt natürlich wesentlich von der Anordnung der Musculatur ab. Aeltere Untersuchungen über diesen Gegenstand besitzen wir von Meckel [1]) und Calza (a. a. O.), unter den neueren sind vorzugsweise die von Pappenheim [2]) zu nennen. Als allgemeines Resultat derselben ergiebt sich, daß die Muskelfasern an der äußeren und inneren Oberfläche der Wände, zumal der ersteren, mehr zusammengedrängt sind und vollständigere Lagen bilden, in der Mitte dagegen mehr Zwischenräume lassen und ein unregelmäßiges Netzwerk darstellen, dessen Zwischenräume von Zellgewebe und vorzüglich von ansehnlichen geflechtartig verbundenen Venen ausgefüllt werden. Der Richtung nach lassen sich constant folgende Faserungen unterscheiden:

a) Longitudinale Fasern. Sie verlaufen sowohl auf der ganzen vorderen, als auf der hinteren Fläche abwärts, in verschiedener Höhe entspringend und endigend. Der größte Theil derselben stößt auf dem Grunde zusammen. Am Halse breiten sie sich strahlenförmig nach den Seiten, nach Pappenheim selbst auf die Scheide aus. Sie bilden verschiedene Schichten, die sämmtlich der äußeren Lage angehören.

b) Die Ausstrahlungen der runden Mutterbänder. Die Fasern steigen theils aufwärts zum Grunde, und vereinigen sich hier oder kreuzen sich von beiden Seiten (Santorini's Schleuder), theils verlaufen sie in querer Richtung, wobei sie häufig in sich selbst wieder umkehren. Sie nehmen den Grund und Körper des Uterus ein, und tragen ebenfalls nur zur äußeren Lage bei.

c) Fasern, welche concentrisch um die Mündungen der Tuben verlaufen. Sie gehören ihrer Ausbreitung nach dem Grunde und Körper an, und finden sich sowohl in der äußeren, als in der inneren Lage. Sie sind vielleicht als eine Fortsetzung der Ringfasern an den Tuben zu betrachten.

d) Querfasern, welche sich von einer Tubenmündung zur anderen erstrecken. Sie kommen nur in der äußeren Lage vor.

e) Schiefe auf- und absteigende Fasern und Faserringe, die unterhalb der vorigen entspringen und in der Gegend des inneren Muttermundes sich kreuzen. Sie gehören sowohl der äußeren, als der inneren Lage an.

f) Kreisfasern des Halses. Sie bilden ebenfalls eine äußere und innere Lage.

g) Pappenheim gedenkt noch eines dreieckigen, von Purkinje entdeckten Muskels, welcher der innersten Lage angehört. Seine Basis erstreckt sich von einer Tubenmündung zur anderen, sein spitzer Theil verbreitet sich als ein dünnes Faserband abwärts zum Halse, indem es auf seinem Wege seitlich dünne Faserzweige absendet. Der Körper des Dreieckes wird von einem groben Netze starker Faserbündel gebildet, die parallel den drei Seiten verlaufen. Dieser Muskel soll an der Placentarstelle am deutlichsten entwickelt sein, nach der Geburt aber leicht abgestoßen und unkenntlich werden.

Meckel (a. a. O.) war der Meinung, daß die Fasern des äußeren Muskel-Stratums, welche nach ihm sämmtlich in den runden Mutterbändern zusammenfließen, sich gegen diese als feste Punkte von allen Seiten her contrahirten, und nicht bloß den Grund der Gebärmutter, sondern auch die Seitentheile und die vordere und hintere Wand nach unten und innen zögen und auf diese Weise,

---

1) Rosenberger, l. c.

2) Vorläufige Mittheilungen über den Verlauf der Muskelfasern in der schwangeren menschlichen Gebärmutter. Roser und Wunderlich, Archiv. III.

von oben nach unten wirkend, den Fötus gegen den Widerstand des inneren quergefaserten Stratum austrieben. Diese Ansicht ist wenigstens für die Mehrzahl der Wehen nicht richtig. Nur von den meist schmerzlosen Contractionen, die sich schon in den letzten 3 bis 4 Wochen der Schwangerschaft einzustellen pflegen, und die dem Gefühle nach auf den Fundus uteri beschränkt sind, möchte ich vermuthen, daß sie vorzugsweise in den Ausstrahlungen der runden Mutterbänder ihren Sitz haben und gegen die Insertionen derselben als feste Punkte hin gerichtet sind. Dadurch wird der Grund des Uterus nach vorn und abwärts gezogen, der Muttermund rückt mehr nach hinten, und das ganze Organ tritt in der Richtung der Beckenaxe tiefer in das Becken herab. Für die späteren, eigentlichen Geburtswehen ist der Modus jedenfalls ein anderer. Bei diesen wird nicht sowohl der Grund des Uterus herabgezogen, vielmehr zieht sich der Uterus über das Kind zurück, und das Centrum der Contraction liegt nicht außerhalb des Uterus, sondern im Uteringrunde. Aber wenn wir auch den Modus der Uterin-Contractionen im Allgemeinen kennen, so sind doch im Einzelnen noch wesentliche Lücken auszufüllen. Bei Thieren ist die Beobachtung leichter, und deßhalb das Verhältniß klarer. Reil (a. a. O.) erdrosselte mehre Kaninchen kurz vor dem Werfen, legte alsdann den negativen Pol einer galvanischen Säule an den Muttermund, den positiven an eines der Hörner, und zwar jedesmal über der dem Muttermunde zunächst liegenden Frucht. Es entstanden lebhafte wurmförmige Bewegungen zwischen den beiden Polen, und in weniger als einer halben Minute war die Frucht geboren. Man sah deutlich, wie sich die Kreisfasern der Mutterhörner hinter der dem Muttermunde zunächst liegenden Frucht zusammenzogen und so den festen Punkt bildeten, gegen welchen die Längsfasern wirkten. Auch beim menschlichen Uterus beginnt, wie ich mich durch wiederholte Beobachtungen überzeugt habe, die Contraction im Uteringrunde, und das Nächste ist auch hier die Bildung eines festen Punktes. Dieser ist, wie Reil sehr richtig bemerkt, nicht unveränderlich durch die Organisation gegeben, wie in den an beiden Enden angehefteten Muskeln; die verschiedene Richtung der Fasern des Grundes gestattet in dieser Beziehung eine gewisse Mannigfaltigkeit, sowie sie andererseits dem jedesmaligen Centrum der Contraction eine größere Festigkeit gewährt. In einigen Fällen, wo der Uterus noch eine bedeutende Annäherung an die embryonale Doppelhörnigkeit zeigte, konnte ich deutlich mit der aufgelegten Hand fühlen, wie der feste Punkt sich abwechselnd in dem einen und dem anderen Horne, wahrscheinlich durch die Zusammenziehungen der concentrisch um die Tubenmündungen verlaufenden Fasern, bildete. Gegen einen auf diese Weise gebildeten festen Punkt ziehen sich nun die Wandungen der Gebärmutter — longitudinale und schiefe Fasern — aufwärts. Dies geschieht jedoch nicht mit einem Schlage, sondern man fühlt, wie die einzelnen Partien des Uterus nach einander hart werden, während die Härte im Fundus, als Maßstab der Contraction, fortdauert und sich verstärkt. Wimmer [1]) sah an einem vorgefallenen Uterus die Bewegung sich strahlenförmig vom Grunde gegen den Hals zu ausbreiten; wahrscheinlich schreitet sie in dem Maße vor, als die Insertionspunkte der geraden und schiefen Fasern tiefer abwärts rücken. Das Ei ist die zu bewegende Last; indem sich die Wandungen des Uterus hinter demselben contrahiren und zugleich über dasselbe als Hypomochlion gegen den festen Punkt aufwärts ziehen, wird es nothwendig abwärts gepreßt. Der Widerstand des Sphincter wird theils durch den Druck des keilartig vorgetriebenen Eies überwunden und so der Muttermund mecha-

---

[1]) Med. Jahrbücher des Oesterreichischen Staates. VI. 3.

sich erweitert, theils aber auch scheint diese Erweiterung in dem Mechanismus der Contractionen selbst begründet, indem die strahlenartig am Halse sich ausbreitenden longitudinalen und die schiefen über dem inneren Muttermunde sich kreuzenden Fasern, sobald sie oberhalb gehörig fixirt sind, das Uebergewicht über die Kreisfasern gewinnen. Deßhalb sehen wir auch den Muttermund sich öffnen und erweitern, wo kein Ei im Uterus enthalten ist, wie bei den Wehen am Ende der Graviditas abdominalis, oder in der nicht schwangeren Hälfte eines gebärenden Uterus duplex. Durch die runden Mutterbänder und die Befestigungen der Scheide wird der Uterus in der gehörigen Richtung auf dem Beckeneingange fixirt, und sein Aufwärtsweichen während der Wehe bei dem Widerstande des Muttermundes und später des Beckenkanales verhindert; gegen das Ende der Geburt erhält er auch durch die Contractionen des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln eine wesentliche Stütze. Die Contraction läßt, wie sie allmälig beginnt, so auch allmälig wieder im Uterus nach, die Härte schwindet in umgekehrter Ordnung, wie sie kam, und beharrt am längsten im Fundus. Doch wird der Uterus selten wieder ganz so schlaff, wie vor der Wehe, vielmehr behauptet seine Musculatur auch außer derselben einen mittleren Grad von Contraction, namentlich aber wird sie im Fortschritte der Geburt durch die mit jeder Wehe verbundene Auspressung der Säfte allmälig in sich fester und gedrängter, und damit werden ihre Zusammenziehungen häufiger, anhaltender, kräftiger und die einzelnen Momente folgen einander schneller. Je mehr es den Uterinwandungen gelingt, sich über ihr Hypomochlion zurückzustreifen, um so dicker häuft sich ihre Substanz hinter demselben an, um so fester und härter wird das Centrum, gegen welches die longitudinalen und schiefen Fasern sich aufwärts ziehen, um so weniger vermögen die durch die Ausdehnung mehr und mehr paralysirten Kreisfasern des Halses Widerstand zu leisten. Dabei geht die kugelige Gestalt des Uterus mehr und mehr in eine cylindrische über, und, wenn der Muttermund vollständig erweitert ist, so bilden Uterus und Vagina nur einen einfachen, an seinem oberen Ende geschlossenen Kanal. Unter schraubenförmigen Drehungen wird alsdann die Frucht durch das Becken hindurch bewegt. Die Ursache dieser Drehungen liegt nicht bloß in der eigenthümlichen Form des Beckens und der Einwirkung seiner schiefen Flächen auf den Körper der Frucht, denn sie finden auch dann Statt, wenn der hindurchgehende Kindestheil zu wenig Umfang besitzt, um jene Einwirkung zu erfahren, wie bei Fuß- und Kniegeburten und bei der Austreibung der Placenta. Sie lassen sich vielleicht durch eine einseitige Action der die Tubenmündungen umgebenden Faserkreise, oder ein successives Fortrücken der Contractionscentra während der Wehe erklären. Nach der Ausstoßung der Frucht zieht sich der Uterus allseitig in sich selbst zusammen, und auch die Kreisfasern des Halses treten wieder mehr gegen ihre Antagonisten in Wirkung.

Durch die große Mannigfaltigkeit in der Richtung der Faserschichten ist der Mechanismus der Wehen im Einzelnen vielfacher Modificationen fähig, deren Detail wir aber noch wenig kennen. Reil gebührt das Verdienst, zuerst auf die Möglichkeit verschiedener Contractionscentra hingewiesen zu haben. Die Wirkung muß natürlich eine andere sein, je nachdem diese oder jene Faserschicht des Uterus in dieser oder jener Combination vorwaltend thätig ist. Durch solche Aenderungen in dem Mechanismus der Contractionen werden die sogenannten Selbstwendungen während der Geburt möglich, durch sie geschieht es, daß bei mehrfachen Schwangerschaften die austreibende Kraft zur Zeit immer nur auf eines der Kinder gerichtet ist. Auch daß so häufig Formanomalieen des Uterus, wobei die Axe des Muttermundes von der des Grun-

des abweicht, durch die Wehen allmälig ausgeglichen und beseitigt werden, hat lediglich in dieser Beweglichkeit ihres Mechanismus seinen Ursprung.

Jede Wehe ist mit Schmerz verbunden, daher der Name. Nur schwache und partielle Contractionen, wie in den letzten Wochen der Schwangerschaft, verlaufen häufig schmerzlos. Immer aber ist die Contraction das erste Moment und tritt früher ein, als der Schmerz, wovon man sich bei der Untersuchung einer jeden Kreissenden leicht überzeugen kann. Mit dem Nachlaß der Contraction hört sofort der Schmerz auf. Der Schmerz hat seinen Sitz in der Regel im Kreuze und verbreitet sich von hier aus in diagonaler Richtung durch den Bauch zur Symphyse und die Schenkel abwärts, bisweilen ist er auf die Kreuzgegend oder den Bauch beschränkt, oft findet mehr ein Gefühl des Drängens, als wirklicher Schmerz Statt. Fast immer ist Spinalschmerz in der Gegend eines oder mehrer Lendenwirbel vorhanden, zwar selten spontan außer der Wehe, aber leicht durch Druck und selbst leise Berührung zu wecken. Ich habe ihn nicht selten schon in den letzten Schwangerschaftswochen beobachtet. Die Ursachen des Wehenschmerzes sind verschieden. Vielleicht findet ein unmittelbarer Reflex von den motorischen Nerven auf die sensiblen Statt, darauf wenigstens möchte ich den fast constanten Spinalschmerz beziehen. Ein anderer Grund des Schmerzes liegt jedenfalls in der Compression, welche die sensiblen Nerven im Uterus selbst durch den Act der Zusammenziehung erleiden; deßhalb steht auch im Allgemeinen ceteris paribus der Schmerz in einem geraden Verhältnisse zur Stärke der Contraction. Dazu kommt dann noch die Dehnung und Pressung des widerstrebenden Muttermundes und die Zerrung und Spannung, welche Damm und Schamlippen beim Ein- und Durchtritt größerer Kindestheile erfahren. Die Schenkelschmerzen sind meistens die Folge des Druckes, den der vorangehende Kindestheil auf den Plexus ischiadicus ausübt, öfters aber auch scheinen sie ohne einen solchen Druck durch Reflex im Rückenmarke zu entstehen.

b. Von den Contractionen der Vagina.

In der Scheide des menschlichen Weibes sind anatomisch bisher keine Muskelfasern nachgewiesen, ihre Wände werden außer der Schleimhaut und der darauf folgenden Venenschicht nur von einer äußeren sehr dichten und starken Zellhaut gebildet. Doch will Pappenheim (a. a. O.) Ausstrahlungen der Längsfasern des Uterus auf der vorderen Wand beobachtet haben. Die Annahme einer eigenen Musculatur ist übrigens heutiges Tages kein Bedürfniß mehr, da man weiß, daß auch andere Gewebe (Zellgewebe, Ringfaserhaut der Arterien) eine lebendige, von dem Nervensystem abhängige Contractilität besitzen. Eine solche kommt auch unzweifelhaft der Scheide zu. Beim Einbringen eines Pessariums, eines Tampons u. s. w. fühlt man deutlich den Widerstand, den eine anhaltende Contraction derselben mit Verengerung des Lumens entgegensetzt, wodurch nicht selten nach Entfernung der Hand der fremde Körper schnell wieder ausgetrieben wird. Eine peristaltische Bewegung habe ich niemals in der Scheide wahrnehmen können. In den ersten Stadien der Geburt, so lange der vorliegende Kindestheil noch nicht durch den Muttermund hindurchgetreten ist, zeigt sich keine Bewegung in ihr. Erst wenn der vorangehende Kindestheil sie stärker ausdehnt und mechanisch reizt, tritt eine Zusammenziehung als Reflexbewegung ein. Am deutlichsten zeigt sich diese bei Steiß- und Fußgeburten in der Hervortreibung des Kopfes, der, wenn er die Scheide ausfüllt, der Einwirkung des Uterus gänzlich und der der Bauchmuskeln größtentheils entzogen ist, ebenso bei der Ausstoßung der Placenta oder angehäufter Blutcoagula, die nicht

fellen in ganz horizontaler Lage ohne alle Mithülfe der Bauchmuskeln geschieht. Der Modus der Contraction läßt sich natürlich nicht gut unmittelbar beobachten, wahrscheinlich aber besteht er, der Structur gemäß, wie bei der Einbringung des Tampons, in einer anhaltenden Verengerung, die am oberen Theile beginnend, allmälig, so wie es ihr gelingt, die zu bewegende Last vorzuschieben, nach der Schamspalte zu fortschreitet und so den Widerstand des Constrictor cunni überwindet. Diese Zusammenziehung, welche durch die Mitwirkung der Becken- und Dammmuskeln, namentlich des Levator ani unterstützt wird, verstärkt sich periodisch und zwar in der Regel gleichzeitig mit dem Beginne der Uterinwehen, oder doch nur um ein Weniges später.

c. Von der Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln oder der sogenannten Bauchpresse bei der Geburt.

Die Mitwirkung dieser Muskeln beruht auf einer Combination inspiratorischer und exspiratorischer Bewegungen, in derselben Weise wie bei der Harn- und Stuhlausleerung. Nach einer tiefen Inspiration mit kräftiger Zusammenziehung des Zwerchfelles schließt sich die Stimmritze, der Athem wird angehalten, und nun contrahiren sich die Bauchmuskeln, die Mm. abdominis recti, transversi obliqui externi und interni und quadrati lumborum. So wird die Bauchhöhle gleichzeitig von oben (Zwerchfell), von vorn und von den Seiten (Bauchmuskeln) verengt, der Uterus comprimirt und die Austreibung seines Inhaltes in diagonaler Richtung, der Beckenaxe entsprechend, unterstützt, was der mehr wagerechte Verlauf der Mm. recti beim Weibe offenbar begünstigt. Außerdem wird der Uterus selbst durch den Druck, den er von jenen Muskeln erfährt, zu stärkerer Thätigkeit angeregt und endlich, namentlich gegen das Ende der Geburt, zumal durch die Mm. recti in der gehörigen Richtung zu der nach vorn sich krümmenden Beckenaxe fixirt. Die genannten Muskeln sind zwar sämmtlich dem Willen unterworfen und können somit zu jeder Zeit der Geburt willkürlich in Thätigkeit gesetzt werden, in der zweiten Hälfte der Geburt aber erfolgen ihre Zusammenziehungen unwillkürlich als Mit-, vorzugsweise aber als Reflexbewegungen. Denn sie treten nicht eher ein, als bis sich der Muttermund mehr oder weniger vollständig über den vorangehenden Kindestheil zurückgezogen hat, und dieser auf die Weichtheile des Beckens zu drücken beginnt. Sie schließen sich alsdann ebenso, wie die Scheidencontractionen unmittelbar an den Beginn der Uterinwehen an. Gleichzeitig gesellen sich noch die Actionen anderer willkürlicher Muskeln ebenfalls jetzt unwillkürlich hinzu, die Kreißende stemmt die Füße fest mit angezogenen Knieen, ergreift mit den Händen einen Anhaltspunkt, fixirt auf diese Weise das Becken und beugt den Oberkörper etwas nach vorn. Die Mitwirkung der Bauchpresse ist nicht unbedingt nothwendig zur Geburt, und Haller, der sie als das Hauptagens betrachtete, überschätzte, wie wir gesehen haben, bei weitem ihren Werth. Dennoch ist sie gegen das Ende der Geburt, zumal bei schwacher Uterinthätigkeit, ein sehr wesentliches Hülfsmittel. Sie wirkt um so kräftiger, je unwillkürlicher und überwältigender der Drang zur Bewegung eintritt, je mehr die Kreißende sich ihrer in den früheren Geburtsstadien, selbst mit Willensanstrengung, enthielt. Daher zum Theile die oft so überraschend schnellen Geburten der Unglücklichen, die Furcht vor der Schande zur Verheimlichung treibt.

3. Von dem Widerstande bei der Geburt oder den Geburtswegen.

Den Widerstand bei der Geburt bilden der Muttermund, die Scheide und die äußeren Geschlechtstheile und die Hülle und der Träger dieser Organe, das Becken, sammt den Muskeln und Membranen, welche es auskleiden und schließen.

a. Der Muttermund. Seine Eröffnung und Erweiterung zum Durchtritte für das Kind, obwohl schon vorbereitet in der Schwangerschaft, macht eine Hauptschwierigkeit des Gebärens aus. Sie wird in der eben angegebenen Weise durch die Wehen vollbracht. Die Kreisfasern des Mutterhalses sind bei der Geburt keineswegs von vorn herein paralysirt, sie zeigen meistens auch außer der Wehe einen mittleren Grad von Contraction, und ziehen sich während der Wehe anfangs in dem Maße stärker zusammen, als sie durch die Gegenwirkung der Längsfasern gereizt und gezerrt werden, bis sie endlich der größeren Kraft ihrer Antagonisten, die durch den Druck des vorgetriebenen Eies unterstützt wird, nachgeben müssen. Mit den höheren Graden der Ausdehnung scheint ihre Contractionskraft mehr und mehr abzunehmen, und wenn der Kopf des Kindes in der Krönung steht, leisten sie in normalen Fällen wohl kaum noch Widerstand. Eine krankhafte Steigerung ihrer Thätigkeit bildet jedoch nicht selten ein bedeutendes Geburtshinderniß, verschieden in seiner Erscheinung, je nach dem Stadium der Geburt und der Gegend des Halses, in welcher es vorkommt. Im Allgemeinen ist der Muttermund, was schon Wigand so richtig hervorgehoben hat, um so nachgiebiger und dehnbarer und läßt sich um so schneller erweitern, je mehr seine Substanz intumescirt, aufgelockert und erweicht ist. Diese Auflockerung und Erweichung findet sich bisweilen bei Mehrgebärenden, wo überhaupt die Auflockerung der Theile in der Schwangerschaft beträchtlicher ist, schon zu Anfange der Geburt, in der Regel aber tritt sie, zumal bei Erstgebärenden, erst nach einer längeren Reihe von Wehen ein. Sie ist die Folge einer localen Hyperämie mit mehr oder weniger seröser Exsudation in das Parenchym des Muttermundes. Die Ursachen der Hyperämie liegen wohl theils in einem unmittelbaren Reflexe von den motorischen und sensiblen auf die Gefäßnerven, theils in dem Drucke, welchen die Gefäße oberhalb des Muttermundes durch die anhaltendere und stärkere Contraction des Uteringrundes und Körpers, sowie durch die Einklemmung zwischen dem vorliegenden Kindestheile und der Beckenwand erleiden. Die Hyperämie und Exsudation müssen natürlich in dem Maße zunehmen, als die Kreisfasern des Muttermundes nach der Anstrengung erschlaffen, sowie andererseits eine stärkere Ausschwitzung auch wieder auf die Contraction und den Widerstand der Kreisfasern schwächend zurückwirkt. Deßhalb sehen wir nicht selten, wie ein selbst bedeutend intumescirter Muttermund, noch bevor er vollständig erweitert ist, überraschend schnell durch eine einzige Wehe über den Kopf des Kindes zurückgezogen wird. Immer findet neben der vermehrten Ausschwitzung in's Parenchym auch eine reichlichere Secretion eines dicken gallertartigen Schleimes in den Schleimhautdrüsen des Uterus Statt. Die Verhältnisse der Eröffnung und Erweiterung des Muttermundes zeigen übrigens mancherlei Verschiedenheiten je nach der Weise, in welcher sich das Collum uteri während der Schwangerschaft entwickelt hatte. Ist noch ein Theil desselben als Kanal vorhanden, so wird immer zunächst der innere Muttermund durch die Wehen erweitert und erst, wenn dieses geschehen ist und der innere Muttermund mit dem äußeren fast in gleicher Ebene liegt, beginnt die Wirkung auf den letzteren sich bemerkbar zu machen.

Ist die Substanz des Muttermundes noch sehr dick, derb und massig, so wird sie in der Regel nicht unmittelbar auf die oben angegebene Weise aufgelockert und erweicht, sondern zunächst wahrscheinlich durch den Druck des Eies während der Wehe verdünnt, bis der Rand des äußeren Muttermundes vollkommen scharf geworden ist. Die Erweiterung des Muttermundes wird natürlich unter übrigens gleichen Verhältnissen um so leichter bewirkt, je mehr der Grund der Gebärmutter oder vielmehr das Centrum der Contraction sich dem Muttermunde gerade gegenüber befindet und die Axen beider zusammenfallen. Eine bedeutendere Abweichung verzögert jedesmal die Geburt, der Muttermund erweitert sich nicht eher, als bis die Rechtstellung der Axen mehr oder weniger vollständig gelungen ist, wozu die Bedingungen in der bereits erwähnten Beweglichkeit des Wehenmechanismus gegeben sind.

b. Scheide und äußere Geschlechtstheile. Auch in diesen Gebilden entsteht in Folge einer Hyperämie sowohl eine vermehrte Ausschwitzung in's Parenchym, als eine reichlichere Absonderung von Schleim. Die Wandungen der Scheide intumesciren, lockern sich auf, ihre Falten legen sich auseinander und der Kanal wird auf diese Weise für die beträchtliche Ausdehnung, die er beim Durchgange des Kindes erleiden muß, vorbereitet. Der abgesonderte Schleim zeichnet sich durch seine geringere Consistenz und weniger gallertartige Beschaffenheit vor dem Uterinschleime aus. Die Temperatur der Scheide ist, wenigstens für das Gefühl, erhöhet. Auch die kleinen und großen Schamlippen, sammt dem Mittelfleische schwellen an, werden dicker, weicher, elastischer, wärmer und feuchter, die großen Schamlippen legen sich mehr nach außen um, so daß der Scheideneingang zugänglicher wird. Alle diese Theile werden im letzten Stadium der Geburt auf's Aeußerste gedehnt, die kleinen Schamlippen vollständig entfaltet, das Mittelfleisch kugelig hervorgewölbt und nicht selten bis zur Dicke eines Kartenblattes verdünnt. Die Auflockerung und Intumescenz beginnt häufig, namentlich bei Mehrgebärenden, schon in der letzten Zeit der Schwangerschaft, öfters aber, zumal bei älteren Erstgebärenden, entwickelt sie sich erst während der Wehen, und dann nicht selten überraschend schnell und vollständig. Die zum Grunde liegende Hyperämie entsteht wahrscheinlich durch Reflex von den Uterinnerven aus.

c. Das Becken. Das knöcherne Becken, als der Träger und die Hülle der oben genannten Gebilde, bestimmt in letzter Instanz deren Ausdehnbarkeit. Von seiner Gestalt und deren Verhältniß zur Frucht hängt zum größten Theile der Mechanismus der Geburt ab. Der Unterschied zwischen männlichem und weiblichem Becken, sowie der Einfluß, den Pubertät und Schwangerschaft auf die Entwicklung des letzteren ausüben, ist bereits besprochen worden. Zur bessern Uebersicht der räumlichen Verhältnisse hat man das Becken in verschiedene Abschnitte gesondert und die Durchmesser der einzelnen Räume bestimmt. Der Raum oberhalb der Linea innominata wird das große, unterhalb derselben das kleine Becken genannt. Das große Becken mit Einschluß der Lendenwirbel und der Bauchwand stellt einen an drei Seiten von knöchernen Wänden begrenzten Trichter dar, dessen stumpfe Spitze abwärts gerichtet ist und dessen größte Breite in den Querdurchmesser fällt. Es hat besonders Einfluß auf die Lage und Stellung des schwangeren Uterus und dadurch auch auf den Mechanismus der Geburt selbst. Der kleine Querdurchmesser zwischen den Spinae sup. ant. der Crist. oss. ilium beträgt 9″, der große zwischen den Labia interna der Cristae oss. ilium 9″ 6‴, die größte Tiefe 2″ 9‴ bis 3″. Das kleine Becken ist ein kurzer, weiter, nach hinten gebogener Kanal, dessen hintere Wand höher, als die Seitenwände und die sehr niedrige vordere Wand ist.

Die einzelnen Abschnitte desselben haben weder gleiche Form noch Größe. Man unterscheidet den Beckeneingang, die Beckenweite, die Beckenenge und den Beckenausgang. Der Beckeneingang, durch die Linea innominata begrenzt, hat die Gestalt eines querliegenden Ovales mit einer schwachen Einbiegung am hinteren Umfange. Der gerade Durchmesser desselben oder die Conjugata von dem Promontorium zum oberen Rande der Symph. pubis mißt 4″ 3‴, der Querdurchmesser zwischen den Lin. arcuatae int. oss. ilium 5″, die schrägen Durchmesser zwischen dem Tuberc. iliopect. der einen Seite und der Symph. sacroiliaca auf der andern 4″ 8‴. Die Beckenweite wird der Beckenabschnitt genannt, welcher parallel dem Beckeneingange in der Höhe der Verbindung des zweiten und dritten Kreuzbeinwirbels liegt. Er hat eine längsovale Form. Der gerade Durchmesser desselben von der Verbindung des zweiten und dritten Kreuzbeinwirbels zur Mitte der hinteren Fläche der Symph. pubis beträgt 4″ 6‴, der Querdurchmesser zwischen den Böden der Acetabula 4″ 3‴. Die Beckenenge wird durch die Symph. sacrococcygea, die Spinae ischii und das Lig. arcuatum inf. begrenzt und hat ebenfalls eine längsovale Gestalt. Der gerade Durchmesser derselben von der Symph. sacrococcygea zum Lig. arcuatum inf. mißt 4″ 3‴, der Querdurchmesser zwischen den Spinae ischii 3″ 8‴. Der Beckenausgang wird durch die Spitze des Steißbeines, die Tubera ischii und das Lig. arcuatum inf. begrenzt. Seine Größe wechselt, je nach der Stellung des Steißbeines; mit dem Zurückweichen desselben ändert sich seine Gestalt aus der querovalen in die runde, und selbst längsovale um. Der gerade Durchmesser von der Spitze des Steißbeines zum Lig. arcuatum inf. variirt zwischen 3″ 4‴ und 4″ 4‴, der Querdurchmesser zwischen den Tubera ischii beträgt 4″. Die Tiefe des kleinen Beckens beträgt an der hinteren Wand (vom Promontorium bis zur Spitze des Steißbeines) 4″ 9‴, an den Seitenwänden (von der Linea arcuat. int. zum Tuber ischii) 3″ 6‴, an der vorderen Wand (Symph. pubis) 1″ 8‴[1]). Der Beckeneingang und Ausgang stehen nicht horizontal und rechtwinkelig zur Mittellinie des Körpers. Der Neigungswinkel des Beckeneinganges gegen den Horizont beträgt nach Naegele 59° bis 60°, nach Krause 55° bis 65°, der des Beckenausganges nach Naegele 9° bis 10°, nach Krause im Mittel 12° (7° bis 17°). Bei der Verschiedenheit in der Größe und Gestalt der einzelnen Beckenabschnitte kann die Beckenaxe weder eine einfache gerade, noch eine Kreislinie sein. Eine senkrecht auf die Mitte der Conjugata des Einganges gezogene Linie (Axe des Einganges) trifft verlängert auf das Ende des Steißbeines, eine rechtwinkelig mit der Conjugata des Ausganges sich schneidende Linie (Axe des Ausganges) auf das Promontorium. Der wahren Beckenaxe entspricht eine Linie, die senkrecht auf die Mitte der Conjugata des Einganges gefällt in dieser Richtung bis in gleicher Höhe mit der Verbindung des zweiten und dritten Kreuzbeinwirbels fortläuft, von da ab parallel der Biegung des Kreuzbeines nach vorn sich krümmt und so die Mitte der Conjugata des Ausganges durchschneidet.

Die Gestalt des Beckens ist bei den verschiedenen Racen und Individuen mancherlei Abweichungen unterworfen. Ueber die Racenunterschiede hat besonders Vrolik[2]) Licht zu verbreiten gesucht. Man will beobachtet haben, daß Frauen, wenn sie von Männern anderer Racen geschwängert waren, schwerer gebaren, als nach der Vermischung mit Einheimischen, und es ist allerdings

---

[1]) Vergleiche Krause a. a. O.

[2]) Considération sur la diversité des bassins de différentes raçes humaines. Amst. 1826.

wahrscheinlich, daß im Allgemeinen bei den Racen eine gewisse Uebereinstimmung zwischen dem Bau des Beckens und des Schädels stattfindet. Doch möchte die Zahl der bisherigen Beobachtungen wohl kaum hinreichend sein, um mit Sicherheit die einer jeden Race zukommenden Beckeneigenthümlichkeiten festzustellen und von zufälligen individuellen Verschiedenheiten zu sondern. Nach dem Bekanntgewordenen nähert sich das Becken bei den Negern, den Botocuden und besonders den Buschmännern durch seine längsovale Form und die verticale Richtung der Darmbeine am meisten dem Thierbecken. Das Becken der Javanesinnen soll sich durch seine schöne querelliptische Form und seinen feinen Knochenbau auszeichnen. Genauer jedoch als die Racenunterschiede sind uns die individuellen Formverschiedenheiten des Beckens bei den einzelnen Racen bekannt. Die häufigsten und bedeutendsten Differenzen zeigt der Beckeneingang, der deshalb von den älteren Beobachtern fast ausschließlich beachtet wurde. M. J. Weber[1]) nahm zuerst und mit Recht auch auf die übrigen Verhältnisse des Beckens Rücksicht. Man unterscheidet nach ihm außer der gewöhnlichen ovalen Beckenform, deren Verhältnisse oben entwickelt sind, 1) die querelliptische oder nierenförmige Beckenform mit abgeflachter vorderer Wand, kurzen geraden und längeren queren Durchmessern, breitem Kreuzbein und großem Schambogen und meist, wie Kilian richtig bemerkt, von geringerer Tiefe. 2) Die runde Beckenform, bei welcher die Länge der geraden und queren Durchmesser weniger als gewöhnlich von einander abweicht, die Tiefe aber in der Regel beträchtlicher ist. 3) Die viereckige Beckenform, bei welcher die mehr abgeflachten Wände weniger bogenförmig, mehr unter abgerundeten Winkeln in einander übergehen, besonders im Beckeneingange deutlich ausgeprägt; 4) die ovalkeilförmige oder längsovale Beckenform, bei welcher das Becken von beiden Seiten her zusammengedrückt, hoch, mit schmalerem Kreuzbeine, engem Schambogen und ungewöhnlich großer Conjugata des Beckeneinganges erscheint. Die letztere Form ist die unschönste und bei uns die seltenste.

Das Becken, als die knöcherne Grundlage des ganzen Rumpfes und der Stützpunkt der unteren Extremitäten mußte viel Knochenmasse besitzen, es mußte ferner als Träger der Bauch- und Beckeneingeweide, um den Vorfall derselben zu verhüten, eng, und als Kanal, wegen der aufrechten Stellung des Menschen, gekrümmt sein. Diese Verhältnisse bringen nothwendig große Schwierigkeiten für den Durchgang des Kindes mit sich, die aber zum Theile durch andere Verhältnisse wieder ausgeglichen werden. Die Knochenmasse ist im Becken nur hinten, wo es die Wirbelsäule trägt, und an den zwei seitlichen Punkten, wo die unteren Extremitäten befestigt sind, in größerer Menge angehäuft, im Uebrigen stellt es einen schmalen, von Lücken mehrfach durchbrochenen Knochengürtel dar. Beim weiblichen Becken sind die Knochen ohnedies dünner und feiner ausgearbeitet und die Lücken deßhalb größer. Durch die schräge Stellung des Beckens zum Horizonte treten der Knochenmasse zum Theile weiche und nachgiebige Wände gegenüber. Endlich besitzen die Band- und Faserknorpelverbindungen des Beckens unbeschadet ihrer Festigkeit eine gewisse Nachgiebigkeit, die durch die Schwangerschaft noch gesteigert wird, so daß die Durchmesser des kleinen Beckens durch wiederholte Geburten selbst bleibend etwas an Größe zunehmen.

Für den Geburtsmechanismus sind noch die schiefen Flächen im Inneren des kleinen Beckens von besonderer Wichtigkeit. Sie sind zum Theile wenig-

---

[1]) Die Lehre von den Ur- und Raçenformen d. Schädel und Becken d. Menschen. Düsseld. 1830.

stens beim männlichen Becken weniger scharf ausgesprochen. Es sind drei paarige, welche sich gegenseitig entsprechen, und eine unpaarige. Die erste und zweite werden gebildet nach hinten durch die rückwärts geneigte Fläche des ersten und zweiten Kreuzbeinwirbels, nach vorn durch die nach außen gelenkten Flächen der horizontalen Schambeinäste; die dritte und vierte durch das Planum inclinatum oss. ischii jeder Seite; die fünfte und sechste nach hinten durch den unteren gebogenen Theil des Kreuzbeines, nach vorn durch die nach außen gelenkten Flächen der Schenkel des Schambogens, die siebente durch das von dem durchtretenden Kindestheile zurückgedrängte Steißbein[1]).

Die Räumlichkeit des knöchernen Beckens, wie sie oben geschildert ist, erleidet durch die Weichtheile, welche sich an und in demselben befinden, einige nicht unwesentliche Modificationen. Der Beckeneingang oder vielmehr der Zutritt zu demselben wird durch die Psoasmuskeln nach hinten verengt, die Verengerung findet in der Richtung des schiefen und des Querdurchmessers Statt; der Querdurchmesser beträgt vor dem Promontorium nicht ganz 3″ und erreicht seine größte Länge erst hinter der Symphyse in gleicher Linie mit der Spin. ant. inf., wo er 4″ 3‴ mißt. Die Apertur erscheint also auf diese Weise am breitesten in ihrem vorderen Theile, während nach hinten zu ihre Schenkel convergiren, um so mehr, je mehr während der Wehe die Psoasmuskeln durch Anziehung der Oberschenkel oder Beugung des Rumpfes verkürzt und angeschwollen sind. In der Beckenhöhle liegen an der vorderen und hinteren Wand die Symph. pubis und die Mitte des Os sacrum und Os coccygis frei, von dem übrigen Theile der vorderen und hinteren Wand, sowie von den Seitenwänden und den Rändern des Beckenausganges nehmen die Mm. levatores ani, coccygei, obturatorii interni, pyriformes und transversi perinaei ihren Ursprung. Durch die Mm. obturatorii interni und die Ursprünge der Mm. pyriformes wird die Beckenhöhle von den Seiten her um ungefähr 1″ des Querdurchmessers verengt. Außerdem bewirken die sämmtlichen genannten Muskeln in Verbindung mit den dazwischen geschobenen Blättern der Becken- und Dammfascie, den Ligg. tuberos. u. spinos. sacris, dem Zellgewebe, welches den Zwischenraum zwischen Scheide und Mastdarm ausfüllt, und einer sehr dicken und dehnbaren Hautdecke die Schließung des Beckens nach unten, welche nur hinten von dem Mastdarme mit seinen Sphincteren und vorn von der Scheide mit dem Constrictor cunni und den äußeren Geschlechtstheilen durchbrochen wird. Ein Theil der genannten Muskeln äußert auch auf den Geburtsmechanismus einen Einfluß. Durch die Mm. obturatorii interni und pyriformes, die zum Auseinanderspreizen der Oberschenkel mitwirken, wird die Drehung des in der Beckenhöhle befindlichen Kindestheiles unterstützt. Die Mm. levatores ani, coccygei und transversi perinaei üben, sobald sie durch den vorangehenden Kindestheil ausgedehnt und gespannt werden, durch ihre Contraction einen Gegendruck auf die hintere Wand der Vagina aus und tragen somit zur Austreibung jenes in der Richtung der Schamspalte bei.

4. Von der Frucht als Object der Geburt.

Die Frucht wirkt auf den Hergang der Geburt direct nur durch physikalische Verhältnisse als Größe, Form, Resistenz u. s. w. ein, und Krankheit, Leben oder Tod derselben haben nur, insofern sie diese ändern, einen unmittelbaren Einfluß. Betrachten wir zunächst den Embryo. Die Länge eines rei-

[1]) Vgl. Kilian a. a. O.

des Embryo vom Scheitel bis zur Fußsohle beträgt im Mittel 18", bis zur Spitze des Steißbeines 12"; die Breite der Schultern mißt 4" 6''', die der Hüften 3" 3''' bis 3" 6'''. Am wichtigsten sind die Größen und Formverhältnisse des Kopfes. Man unterscheidet einen geraden Durchmesser von der Nasenwurzel bis zur Protub. occip. ext., der 4" bis 4" 6''', einen queren von einer Protub. pariet. zur anderen, der 3" 6''', einen senkrechten von der Scheitelhöhe bis ungefähr zum hinteren oberen Rande des ersten Halswirbels, der ebenfalls 3" 6''' und einen diagonalen Durchmesser von dem Kinne bis zur Protub. occip. ext., der 5" beträgt. Der Längendurchmesser oder die Höhe des Gesichtes bis zur Haargrenze mißt 3". In der Regel hat der Kopf die angegebene ovale Form, in anderen Fällen ist er mehr rund durch Verkürzung des geraden Durchmessers, selten mehr in die Länge gezogen durch Verlängerung des geraden oder Verkürzung des queren Durchmessers. Der Einfluß dieser Formabweichungen auf den Geburtmechanismus ist jedoch bisher noch nicht mit hinreichender Genauigkeit festgestellt. Von Bedeutung sind ferner die Bewegungsverhältnisse des Kopfes. Die Befestigung an der Wirbelsäule gestattet ihm eine zweifache Bewegung, eine drehende und eine hebelartige. Die drehende Bewegung ist nur bis zu einem gewissen Punkte möglich, jenseit desselben wird sie tödtlich durch Zerrung des Rückenmarkes. Die hebelartige Bewegung ist seitlich ebenfalls sehr beschränkt, am freiesten findet sie in der Richtung von vorn nach hinten Statt. Der Kopf stellt einen zweiarmigen Hebel dar, dessen vorderer Arm länger als der hintere und vorzugsweise in der Richtung nach vorn gegen die Brust zu beweglich ist.

Die erste Bedingung für die Geburt eines reifen und lebenden d. h. widerstandsfähigen Fötus ist, daß seine Längenaxe mit der Längenaxe des Uterus und der Axe des Beckens zusammenfällt. Da nun der Uterus am Ende der Schwangerschaft 12" lang, aber nur 8" breit ist, so ist schon durch die Form dieses Organes, falls sie regelmäßig ist, jeder bedeutenderen Abweichung in dieser Beziehung vorgebeugt. Wo sie statthat, liegt ihr entweder eine, und zwar meist angeborene Formanomalie, des Uterus zum Grunde, oder, jedoch seltener, eine überwiegende Geräumigkeit der Uterinhöhle im Verhältnisse zur Größe des Kindes, z. B. bei excessiver Ansammlung des Liquor amnii. Das Verhältniß der Schieflagen des Fötus zu den Geradlagen verhält sich nach Desormeaux[1]) wie 1 : 249, nach Meckel[2]) wie 1 : 287, nach Osiander[3]) wie 1 : 300.

In der Mehrzahl der Fälle ist der Kopf des Kindes nach unten gerichtet. Das Verhältniß der Kopflagen zu den Fuß- und Steißlagen ist nach Osiander wie 1 : 33, nach Carus[4]) wie 1 : 34, nach Meckel wie 1 : 35, nach Desormeaux wie 1 : 32. Die Ursache dieser größeren Frequenz der Kopflage ist noch nicht ganz klar. Die physikalische Schwere hat keinen Antheil daran. Wahrscheinlich wird sie durch die ursprüngliche Richtung des Eies bei seinem Eintritte in den Uterus und demgemäße Entwicklung bestimmt. Sie gewährt jedenfalls, namentlich dem Kinde, die meisten Vortheile bei der Geburt. Nach dem Austritte des Kopfes, als des umfangreichsten Theiles, bietet die Geburt des Rumpfes keine weiteren Schwierigkeiten dar, vor dem Austritte des Kopfes aber kann der Uterus sich noch nicht wesentlich verkleinern, zumal da der Kopf als der beste Tampon nach dem Blasensprunge immer eine größere Menge

---

1) Dict. de méd. I. 2) Handb. der pathol. Anat. II.
3) Heusinger, Zeitschr. für organ. Physik I.
4) Gemeins. deutsche Zeitschr. für Geburtskunde.

Fruchtwassers zurückhält. Das Kind ist somit bis dahin gegen die Gefahr einer unzeitigen Lösung der Placenta, oder einer nachtheiligen Compression und Quetschung durch die Zusammenziehungen des Uterus am sichersten gestellt.

Die Haltung des Embryo im Uterus ist gewöhnlich so, daß Beine und Arme angezogen sind, die Hände am Gesichte ruhen, und der Kopf vorgebeugt ist, so daß das Kinn die Brust berührt. Diese Haltung scheint theils durch das natürliche Uebergewicht der Flexoren über die Extensoren bedingt, theils durch die Beschränktheit des Raumes nothwendig gemacht. Sie hat während der ganzen Schwangerschaft Statt, wird aber durch die Wehen noch wesentlich befördert. Der Stoß der Uterincontractionen trifft bei Kopflagen zunächst den Steiß, pflanzt sich durch die Wirbelsäule auf die Gelenkköpfe des Hinterhauptes fort, und treibt diese abwärts, während durch den Gegendruck des unteren Uterinabschnittes der Vorderkopf, als der längere und beweglichere Arm des Hebels, emporgehoben wird. Gleichzeitig werden mit der zunehmenden Verkleinerung des Uterus Arme und Beine fester gegen den Leib gedrückt. Das Kind wird auf diese Weise zu einem eiförmigen Körper gestaltet, dessen einer Endpunkt am hinteren Scheitelbeinrande liegt und dessen andererdie Spitze des Steißbeines ist. Der am tiefsten befindliche oder vorangehende Theil des Kindes ist also bei Kopflagen in der Regel das hintere Drittheil des Scheitelbeines mit der angrenzenden Partie des Hinterhauptes; nur durch eine abnorme Streckung und stärkeren Gegendruck gegen das Hinterhaupt, z. B. wenn es auf dem Darmbeinrande sich aufstemmt, tritt bisweilen das Gesicht herab. Die Frequenz der Gesichtslagen zu der der Schädellagen verhält sich nach Désormeaux wie 1 : 192. Der Nutzen, den die eben geschilderte Haltung des Embryo mit vorangehendem Schädel bei der Geburt gewährt, ist leicht einzusehen. Die Kraft der Wehen wirkt hier ungebrochen in einer geraden Linie auf den vorangehenden Theil, der größte Durchmesser des Kopfes, der Diagonalmesser, fällt nicht in einen der Durchmesser, sondern in die Axe des Beckens, auch der gerade Durchmesser des Kopfes kommt nicht in seiner ganzen Länge mit den Beckenwänden in Berührung, die runde Form des vorliegenden Schädelabschnittes begünstigt eine gleichmäßigere Entfaltung des Uterinhalses und eine regelmäßigere Bildung der Fruchtblase, die angezogenen Arme und Beine schützen die Nabelschnur gegen äußeren Druck und gegen Vorfall. Auch kann der Schädel, was bei seinem größeren Umfange von Wichtigkeit ist, leichter wie jeder andere Kindestheil und ohne Nachtheil für das Leben, der jedesmaligen Form des Beckens angepaßt werden. Durch den allseitigen Druck des Uterus und der Beckenwände können bei der häutigen Beschaffenheit der Nähte und Fontanellen der quere sowohl als der gerade Durchmesser um ein Beträchtliches verkleinert werden, indem die einzelnen Knochen sich über einander schieben, und der Schädel auf diese Weise gleichsam gefaltet wird, wie umgekehrt die Geburtswege entfaltet werden. Außerdem gestattet die Verschiebbarkeit der Knochen nicht unbedeutende Abänderungen der Schädelform, und macht dadurch eine Ausgleichung mit den Beckenverhältnissen um so eher möglich.

Es liegt außer dem Plane dieses Aufsatzes, den Durchgang der Frucht durch das Becken in seine Einzelheiten zu verfolgen, vielmehr muß ich mich darauf beschränken, die allgemeinen mechanischen Gesetze, nach denen derselbe statthat, in der Kürze hier anzudeuten. Sie behalten, obwohl dabei zunächst nur normale Verhältnisse vorausgesetzt sind, zum Theile wenigstens auch für pathologische Fälle ihre Geltung. Sie lassen sich etwa in Folgendem zusammenfassen.

a) Der Fötus, mag nun der obere oder der untere Endtheil seiner Längen-

vorliegend sein, wird in der Richtung der Beckenaxe auf den Beckeneingang gestellt, so zwar, daß die der vorderen Beckenwand zugekehrte Hälfte des vorliegenden Theiles tiefer herabtritt und mit einem größeren Umfange vorliegt, als die nach hinten gerichtete. Diese Art der Einstellung wird durch die Richtung des Uterus (s. oben) bedingt, sie begünstigt ein tieferes Herabsinken der vorderen Kindestheilhälfte um so mehr, als dem vorspringenden Promontorium, durch welches die hintere zurückgehalten wird, direct nur nachgiebige Weichtheile gegenüber sich befinden. Das Verhältniß aber bleibt in den Abschnitten des Beckens dasselbe, immer liegt die vordere Schädel- oder Gesichtshälfte, Schulter oder Hüfte tiefer, als die hintere. Den Umkreis dieser vorderen Kindestheilhälfte trifft daher unmittelbar der Druck der Beckenwände, auf sie beschränkt sich deßhalb die Anschwellung, die in der Regel bei nur etwas zögernden Geburten in Folge der gestörten Circulation durch Compression der oberflächlichen Venen entsteht.

b) Jeder größere Kindestheil tritt mit seinem größten Durchmesser in der Richtung eines der schiefen Durchmesser oder mehr oder weniger dem queren sich nähernd in den Beckeneingang, also der Schädel mit seinem geraden, das Gesicht mit seinem longitudinalen, Schultern und Hüften mit ihrem queren Durchmesser. Die Bewegung durch das Becken geschieht immer in einer Schraubenlinie, indem der Fötus dabei um seine Längenaxe gedreht wird. Der Grund dieser drehenden Bewegung liegt theils in dem Mechanismus der Uterincontractionen (s. oben), theils in der Richtung der schiefen Flächen des Beckens, namentlich der Plana inclinata oss. ischii, theils endlich wird sie durch Zusammenziehungen je eines M. obturatorius int. und des M. pyriformis der entgegengesetzten Seite unterstützt, welche die Endpunkte des zwischen ihnen befindlichen größten Kindestheilsdurchmessers beide nach innen und also jener nach der Symphyse, dieser nach dem Kreuzbeine zu treiben. Die Drehung findet vorzugsweise in den beiden unteren Drittheilen des kleinen Beckens Statt. Der Grad derselben ist verschieden, im Allgemeinen um so geringer, je größer der Kindestheil ist, oder je schneller er durch das Becken getrieben wird. Entweder tritt der größte Durchmesser des Kindestheils aus dem schiefen Durchmesser des Beckens allmälig bloß näher an den geraden heran, oder er bewegt sich aus dem schiefen durch den queren in den entgegengesetzten schiefen Durchmesser und nähert sich so dem geraden, höchst selten tritt er ganz in den geraden oder gar durch diesen hindurch dem schiefen der anderen Seite näher. In der Mehrzahl der Fälle geschieht die Drehung so, daß dabei die Dorsalfläche des Kindes der vorderen Beckenwand sich zukehrt.

c) Jeder größere Kindestheil wird endlich in der Weise durch das Becken bewegt, daß seine Centraltheile dem Laufe der Beckenaxe folgen. Dieser Weg ist natürlich zunächst durch die Gestalt des Beckenkanales vorgeschrieben, doch kommen auch noch andere Momente hier in Betracht. Im Anfange der Geburt entspricht nämlich die Richtung des Uterus und somit auch die Richtung, in welcher seine Kraft wirkt, der Axe des Beckeneinganges. Je mehr aber der vorangehende Kindestheil die Beckenhöhle ausfüllt und das Zwerchfell und die Bauchmuskeln durch den Reflexreiz zur Mitwirkung angeregt werden, um so mehr wird der Uterus während der Wehe, namentlich durch die Mm. recti abdominis, emporgerichtet und wirkt nun, durch die Bauchpresse unterstützt, mehr gerade abwärts gegen den Boden des Beckens. Sobald alsdann der der Vorderwand des Beckens zugekehrte Kindestheil unter die Symphyse herabgetreten und durch die Mitwirkung der Scheide und der Mm. levatores ani, coccygei und transversi perinaei (s. oben) weitmöglichst unter dem Schambogen vor-

getrieben ist, fixirt er sich hier und bildet so das Hypomochlion, um welche sich der an der hinteren Beckenwand herabsteigende Theil in einer Bogenlini über den gespannten Damm hinweg zu den Geschlechtstheilen heraus be wegt. Auf diese Weise kommt der größte Durchmesser der einzelnen Kindes theile auch mit den Wänden des Beckenausganges niemals in seiner ganzer Länge in Berührung.

Der Nutzen des Fruchtwassers ist, wie in der Schwangerschaft, so auch bei der Geburt ein rein mechanischer. Es schützt den Embryo und besonders die Nabelschnur gegen den unmittelbaren und zu starken Druck der Uterinwände. Von dem Zeitpunkte an, wo der Uterus sich während der Wehe nur irgend erheblich zu verkleinern beginnt, wird durch jede Contraction eine Wassersäule zwischen den vorliegenden Kindestheil und die Eihäute abwärts gepreßt und diese dadurch blasenartig gegen und durch den Muttermund vorgetrieben. So erweitern sie ihn theils direct als ein eingeschobener Keil, theils bilden sie eine Walze, über deren glatte und gleichmäßig gerundete Fläche die Uterinwandungen sich leichter zurückstreifen können. Mit dem Nachlaß der Wehe weicht jedesmal ein Theil des Wassers wieder zurück und die Blase erschlafft, bis gewöhnlich zuletzt durch den immer tiefer herabgedrängten und enger von den Uterinwänden umschlossenen Kindestheil der Rücktritt des Wassers verhindert wird und die Blase auch außer der Wehe gespannt bleibt. Je tiefer nun der Kindestheil herabrückt, um so mehr wird der Raum für das Wasser in der Fruchtblase beschränkt, um so mehr nimmt ihre Dehnung und Spannung zu, bis sie endlich an ihrer abhängigsten Stelle zerreißt, um so früher, je weniger elastisch und je zarter ihre Häute sind. Beim regelmäßigen Verlaufe fällt der Blasensprung und der Abfluß des ersten Fruchtwassers mit der vollständigen Erweiterung des Muttermundes zusammen, womit auch der Zweck der Fruchtblase erreicht ist. Das übrige Fruchtwasser folgt später dem Embryo nach. Nur sehr kleine oder unreife Embryonen, und auch diese nur ausnahmsweise und selten, werden in den unverletzten Eihäuten geboren. Daß das Fruchtwasser die Ausgleichung von Formanomalieen des Uterus und abweichenden Kindeslagen sehr erleichtert, bedarf keiner Erwähnung. Um die Geburtswege feucht und schlüpfrig zu erhalten, trägt es dagegen nicht wesentlich bei.

Die Verbindung der Decidua mit der Uterinwand, wenn sie überhaupt noch besteht, ist jedenfalls so locker, daß es zu ihrer Lösung eines besonderen Kraftaufwandes nicht bedarf. Mehr als die Contractionen des Uterus möchte ich hierbei die wahrscheinlich über die ganze Innenfläche dieses Organes mit Ausnahme der Placentarstelle verbreitete Absonderung jenes gallertartigen Schleimes in Anschlag bringen, der durch die Wehen abwärts gepreßt zu Anfang der Geburt in großen Klumpen aus dem Muttermunde hervorquillt. Dagegen wird die Placenta unzweifelhaft durch die Contractionen des Uterus gewaltsam getrennt, indem durch das Zusammendrängen der Verbindungsstelle die weichen dünnhäutigen Uteringefäße, wo sie sich in die Placenta foetalis einsenken, zerreißen. Die Trennung auf diese Art setzt natürlich eine beträchtliche Verkleinerung des Uterus voraus, und findet daher nicht eher Statt, wenigstens nicht in erheblicher Ausdehnung, als bis ein größerer Kindestheil vollständig aus demselben hervorgetreten ist. Eine partielle meist unbedeutende Trennung am Placentarrande wird aber häufig vor dem Blasensprunge durch eine Zerrung von den abwärts gedrängten Eihäuten veranlaßt. Außerdem kann schon in einem früheren Stadium der Geburt, wie in der Schwangerschaft, jede stärkere Hyperämie der Uteringefäße mit Zerreißung derselben und Blutaustritt eine Trennung der Placenta bewirken. Im Moment der Ausstoßung des Em-

lage, zumal wenn der Durchgang durch das Becken zögernd von Statten ging, ist die Placenta in der Regel bereits mehr oder weniger vollständig gelöst, und theils flüssiges, theils selbst geronnenes Blut stürzt sofort mit dem Rest des Fruchtwassers nach. Die folgenden Wehen vollenden die Trennung und treiben die Placenta durch den Muttermund in die Scheide, deren Zusammenziehung sie alsdann zur Schamspalte herausdrängt, so zwar, daß die vorangehende glatte Fötalfläche mit der Insertionsstelle der Nabelschnur sich ganz zwischen die Eihäute hineinstülpt. Bei den Wiederkäuern, Pferden und Schweinen greifen nach E. H. Weber [1]) Uterin- und Fötalplacenta so locker in einander, daß sie bei der Geburt ohne Verletzung aus einander weichen, der Uterus wird durch die Geburt nicht verwundet, die Uterinplacenten bleiben nach der Geburt und werden nur kleiner. Bei den Raubthieren und Nagern geschieht dagegen die Trennung durch Zerreißung der Uteringefäße, wie beim Menschen, die Uterinplacenta wird mit der fötalen abgerissen und muß sich bei jeder Schwangerschaft von Neuem bilden.

5. Von der Einwirkung der Vorgänge in den Geburtsorganen auf den übrigen Organismus.

Auf die Brüste macht sich, wenigstens so weit ich es beobachtet habe, bei der Geburt kein Reflex vom Uterus aus bemerkbar. Dagegen werden die zunächst an die Geburtswege grenzenden Gebilde, Harnblase und Mastdarm, theils mechanisch durch den Druck größerer Kindestheile, theils durch Nervenreflex vom Rückenmarke aus erregt. Schon in den letzten Wochen der Schwangerschaft, wo der Uterus tiefer in's Becken herabgezogen wird, stellt sich ein öfterer Drang zum Uriniren und zum Stuhlgange ein, der sich mit dem Beginn stärkerer Wehen steigert. An der Auflockerung der Scheide und der äußeren Geschlechtstheile nehmen die Harnröhre und später auch die Mündung des Mastdarmes Theil, welche beide sich aufwulsten. Wenn der vorangehende Kindestheil die Beckenhöhle ausfüllt, setzt sich die Reflexerregung von der Scheide und den willkürlichen Hülfsmuskeln auch auf die Harnblase und den Mastdarm fort, die Sphincteren werden auch hier durch ihre Antagonisten überwunden, und Urin und Koth während der Wehe nicht bloß durch den Druck der andrängenden Kindestheile hervorgepreßt. Nicht selten überschreitet die Reflexerregung krankhaft die angegebenen Grenzen. Solche Fälle finden zwar im Allgemeinen in der durch die Schwangerschaft gesteigerten Reflexerregbarkeit ihre Begründung, doch lassen in der Regel keine besonderen Symptome vorher darauf schließen. Einige Male beobachtete ich sehr heftigen Wehenschmerz, namentlich Spinalschmerz, als nächste Veranlassung. Die krankhaften Reflexsymptome stellen sich, im Gegensatz zu den normalen, meist schon im Anfange der Geburt, seltener gegen das Ende ein. Sie zeigen sich vorzugsweise im Bereiche der motorischen Nerven, und sind entweder auf einzelne Organe oder Muskelgruppen beschränkt, wie beim Erbrechen, in den Stimm- und Athemkrämpfen u. s. w., oder es ist das ganze System der willkürlichen Muskeln ergriffen, wie in der Eclampsia parturientium. Die partiellen Reflexkrämpfe folgen genau dem Typus der Wehen, ebenso die allgemeinen im Beginn; später jedoch, wenn bereits, wahrscheinlich durch Antagonismus, eine Lähmung des physiologischen Gehirnes eingetreten ist, erlangen die letzteren eine gewisse Selbstständigkeit und kehren unabhängig von den einzelnen Wehen wieder. Die Wehen selbst

[1]) Müller a. a. O.

sind während der Krämpfe bisweilen durchaus regelmäßig, öfters aber ist der Mechanismus derselben gestört, oder sie brechen jedesmal mit dem Eintritt der Krämpfe ab, was die Geburtshelfer mit dem barbarischen Namen der »versetzten Wehen« bezeichnen. In den sensiblen Nerven sind Reflexerscheinungen, wie Frost- und Hitzegefühle, Schmerzen u. s. w. bei der Geburt seltener, und weniger streng an den Typus der Wehen gebunden; Sinnesphantasmen habe ich bisweilen als Vorboten allgemeiner Krämpfe beobachtet.

Der Puls ist im Anfange der Geburt während der Wehe in der Regel beschleunigt. Auch diese Erscheinung muß als Mit- oder Reflexbewegung angesehen werden. In der zweiten Hälfte der Geburt findet man ihn dagegen während der Wehe meist verlangsamt. Die Ursache dieser Verlangsamung liegt wohl hauptsächlich in der Störung, welche das Athmen beim Mitpressen während der Wehe erleidet. Denn jedes Anhalten des Athems nach vorgängiger tiefer Inspiration verlangsamt den Puls, weniger wohl durch den unmittelbaren Druck, den die von der Wärme expandirte Luft in den Lungen auf das Herz ausübt, als in Folge einer momentanen Hyperämie des Gehirnes, die durch den Aufenthalt des Blutes in den großen Venenstämmen entsteht. Inwiefern die Störung in der Circulation durch die Wehe selbst in Anschlag kommt, wage ich nicht zu entscheiden. In dem Maße nämlich, wie sich der Uterus stärker contrahirt, nimmt natürlich der Druck auf die Uteringefäße zu, und so wird das im Uterus enthaltene Blut theils zwar schneller in die austretenden Venenstämme entleert, theils vielleicht aber auch, zumal bei der Klappenlosigkeit der Uterinvenen, in die eintretenden Arterien zurückgetrieben, jedenfalls aber ist der Abfluß des Blutes aus den letzteren während der Dauer der Wehe erschwert, oder selbst aufgehoben.

Die Wärmeerzeugung ist namentlich in der zweiten Hälfte der Geburt, wie gewöhnlich bei großer Nerven- und Muskelaufregung, erhöht. Gleichzeitig ist die Hautsecretion vermehrt, der Schweiß bricht am stärksten in den Wehenpausen hervor. Wir kennen die physiologischen Bedingungen des Schweißes im Einzelnen überhaupt noch zu wenig, als daß sich seine Beziehung zur Geburtsthätigkeit überall mit Sicherheit feststellen ließe. Das Nervensystem hat jedenfalls einen wesentlichen Antheil daran. Die Erfahrung lehrt, daß Anomalieen der Wehen, sowohl in Betreff ihres Mechanismus, als der Empfindung, häufig mit Trockenheit der Haut verbunden sind, und daß die Ausgleichung solcher Störungen gewöhnlich unter dem Ausbruche eines reichlichen Schweißes erfolgt.

Der Einfluß, den die Geburt auf die Psyche der Kreissenden ausübt, ist verschieden nach ihrer Individualität und nach dem Verlaufe, den die Geburt nimmt. Das Gefühl der Mutterliebe kann hier dem Weibe eine außerordentliche Stärke im Erdulden verleihen. Im Allgemeinen sind die ersten Wehen, obwohl weniger schmerzhaft, aufregender und peinigender für das Weib; je energischer sich der Uterus contrahirt, je mehr die auxiliären Muskeln in Thätigkeit treten und dem Willen ein Antheil an der Geburt verstattet ist, um so leichter werden selbst größere Schmerzen ertragen. Die Unruhe und Angst während der Wehe macht in den Pausen einer stillen Behaglichkeit Platz. Am heftigsten sind die Schmerzen, die die Ausdehnung der Schamspalte zumal bei Erstgebärenden verursacht, und auch die muthvollsten Frauen vermögen sich beim Ein- und Durchschneiden des Kopfes nur selten eines lauten Schreiens zu erwehren. Störungen in dem Mechanismus der Wehen sind häufig mit großer Unruhe und Furcht, oder mit einer

krankhaften Gleichgültigkeit verbunden. Bei bedeutenden mechanischen Hindernissen steigt die Angst um so höher, je mehr sich die Ueberzeugung von der Unmöglichkeit der Geburt aufdrängt, bis endlich eine dumpfe Apathie, oder die Resignation der Verzweiflung eintritt. Folgen die Wehen einander zu schnell und stürmisch, so kann sich die Aufregung gegen das Ende der Geburt bis zu momentanem Wahnsinn steigern.

6. Von der Einwirkung des Geburtsactes auf das Leben der Frucht.

Die Geburt ist eine nothwendige Folge der Entwicklungsvorgänge in der Schwangerschaft. Die Zusammenziehungen des Uterus sind der Anfang und das bestimmende Moment für die übrigen Geburtserscheinungen. Dem Uterus ist durch die Befruchtung der Anstoß zu einer Reihe von Metamorphosen mitgetheilt, durch die er allmälig wieder zum Anfangspunkte zurückgeführt wird. Am Ende der Schwangerschaft hat er den Culminationspunkt seiner Entwicklung erreicht, er zieht sich jetzt zusammen, auch wenn der Fötus außer ihm liegt. Diese Thätigkeit ist nur eine Consequenz seiner Entwicklung, der Ausbildung seines motorischen Apparates, sie ist in ihrem Typus und Modus lediglich in den Verhältnissen des Organes selbst begründet. Aber sie ist zugleich der Anfang seiner Rückbildung und nothwendig, damit sie zu Stande komme. Nur durch anhaltende und wiederholte Zusammenziehungen kann, abgesehen von der Austreibung des Inhalts, der Uterus seine Säftemasse verringern und seine frühere Größe und Form wieder erlangen. Das Maß der Zusammenziehungen ist keineswegs bloß durch den Widerstand bedingt, den die Geburtswege dem Austritte der Frucht entgegensetzen; wo der Widerstand zu gering ist und die Geburt sehr schnell von Statten geht, sind stärkere und zahlreichere Nachwehen die Folge.

Mit der vollendeten Entwicklung des Uterus und dem Beginne seiner Thätigkeit fällt die Reife des Fötus zusammen, die Verhältnisse greifen ohne unmittelbaren Causalnexus harmonisch und zweckmäßig in einander. Erst durch den Geburtsact selbst wird der reife Fötus aus seiner Verbindung mit dem Uterus gelöst. Wo diese Lösung nicht erfolgt, weil entweder die Wehen nicht eintreten, oder der Fötus außerhalb des Uterus liegt, kann derselbe sein Leben noch längere Zeit und nach der bekannten Beobachtung von W. Schmidt selbst Jahre lang im mütterlichen Organismus fortsetzen. Wie lange ein solches Leben ohne besondere störende Einwirkungen überhaupt bestehen kann, inwiefern es von dem früheren abweicht, und was in solchen Fällen zuletzt den Tod herbeiführt, darüber läßt sich nichts Ausreichendes und Erwiesenes sagen. Nur das ist gewiß, daß die Reife des Fötus, d. h. die Fähigkeit in der Außenwelt zu leben, keineswegs die unbedingte Nothwendigkeit des Geborenwerdens für ihn in sich schließt, geschweige denn den Uterus zu seiner Thätigkeit bestimmt. Wohl aber wird durch den Act der Geburt der Fötus nicht bloß aus seiner Verbindung gelöst und ausgestoßen, sondern auch in gewisser Weise für das veränderte Leben in der Außenwelt vorbereitet. Durch die Zusammenziehungen des Uterus werden nämlich nicht bloß die in seiner Substanz verlaufenden Gefäße comprimirt, sondern ebensowohl die Placenta foetalis das in ihr enthaltene Blut wird größtentheils in die Nabelvenen ausgepreßt und der Eintritt neuen Blutes aus den Nabelarterien gehindert, die Nabelschnur wird während der Wehe praller, die Pulsation derselben undeutlicher, der Herzschlag des Fötus unhörbar. Durch den verhinderten Abfluß des Blutes muß nothwendig der Druck in den Fötalarterien steigen, und es ist höchst wahrscheinlich, daß das Blut, einen Ausweg

sind während der Krämpfe bisweilen durchaus regelmäßig, öfters aber ist der Mechanismus derselben gestört, oder sie brechen jedesmal mit dem Eintritt der Krämpfe ab, was die Geburtshelfer mit dem barbarischen Namen der »versetzten Wehen« bezeichnen. In den sensiblen Nerven sind Reflexerscheinungen, wie Frost- und Hitzegefühle, Schmerzen u. s. w. bei der Geburt seltener, und weniger streng an den Typus der Wehen gebunden; Sinnesphantasmen habe ich bisweilen als Vorboten allgemeiner Krämpfe beobachtet.

Der Puls ist im Anfange der Geburt während der Wehe in der Regel beschleunigt. Auch diese Erscheinung muß als Mit- oder Reflexbewegung angesehen werden. In der zweiten Hälfte der Geburt findet man ihn dagegen während der Wehe meist verlangsamt. Die Ursache dieser Verlangsamung liegt wohl hauptsächlich in der Störung, welche das Athmen beim Mitpressen während der Wehe erleidet. Denn jedes Anhalten des Athems nach vorgängiger tiefer Inspiration verlangsamt den Puls, weniger wohl durch den unmittelbaren Druck, den die von der Wärme expandirte Luft in den Lungen auf das Herz ausübt, als in Folge einer momentanen Hyperämie des Gehirnes, die durch den Aufenthalt des Blutes in den großen Venenstämmen entsteht. Inwiefern die Störung in der Circulation durch die Wehe selbst in Anschlag kommt, wage ich nicht zu entscheiden. In dem Maße nämlich, wie sich der Uterus stärker contrahirt, nimmt natürlich der Druck auf die Uteringefäße zu, und so wird das im Uterus enthaltene Blut theils zwar schneller in die austretenden Venenstämme entleert, theils vielleicht aber auch, zumal bei der Klappenlosigkeit der Uterinvenen, in die eintretenden Arterien zurückgetrieben, jedenfalls aber ist der Abfluß des Blutes aus den letzteren während der Dauer der Wehe erschwert, oder selbst aufgehoben.

Die Wärmeerzeugung ist namentlich in der zweiten Hälfte der Geburt, wie gewöhnlich bei großer Nerven- und Muskelaufregung, erhöht. Gleichzeitig ist die Hautsecretion vermehrt, der Schweiß bricht am stärksten in den Wehenpausen hervor. Wir kennen die physiologischen Bedingungen des Schweißes im Einzelnen überhaupt noch zu wenig, als daß sich seine Beziehung zur Geburtsthätigkeit überall mit Sicherheit feststellen ließe. Das Nervensystem hat jedenfalls einen wesentlichen Antheil daran. Die Erfahrung lehrt, daß Anomalieen der Wehen, sowohl in Betreff ihres Mechanismus, als der Empfindung, häufig mit Trockenheit der Haut verbunden sind, und daß die Ausgleichung solcher Störungen gewöhnlich unter dem Ausbruche eines reichlichen Schweißes erfolgt.

Der Einfluß, den die Geburt auf die Psyche der Kreissenden ausübt, ist verschieden nach ihrer Individualität und nach dem Verlaufe, den die Geburt nimmt. Das Gefühl der Mutterliebe kann hier dem Weibe eine außerordentliche Stärke im Erdulden verleihen. Im Allgemeinen sind die ersten Wehen, obwohl weniger schmerzhaft, aufregender und peinigender für das Weib; je energischer sich der Uterus contrahirt, je mehr die auxiliären Muskeln in Thätigkeit treten und dem Willen ein Antheil an der Geburt verstattet ist, um so leichter werden selbst größere Schmerzen ertragen. Die Unruhe und Angst während der Wehe macht in den Pausen einer stillen Behaglichkeit Platz. Am heftigsten sind die Schmerzen, die die Ausdehnung der Schamspalte zumal bei Erstgebärenden verursacht, und auch die muthvollsten Frauen vermögen sich beim Ein- und Durchschneiden des Kopfes nur selten eines lauten Schreiens zu erwehren. Störungen in dem Mechanismus der Wehen sind häufig mit großer Unruhe und Furcht, oder mit einer

krankhaften Gleichgültigkeit verbunden. Bei bedeutenden mechanischen Hindernissen steigt die Angst um so höher, je mehr sich die Ueberzeugung von der Unmöglichkeit der Geburt aufdrängt, bis endlich eine dumpfe Apathie, oder die Resignation der Verzweiflung eintritt. Folgen die Wehen einander zu schnell und stürmisch, so kann sich die Aufregung gegen das Ende der Geburt bis zu momentanem Wahnsinn steigern.

6. Von der Einwirkung des Geburtsactes auf das Leben der Frucht.

Die Geburt ist eine nothwendige Folge der Entwicklungsvorgänge in der Schwangerschaft. Die Zusammenziehungen des Uterus sind der Anfang und das bestimmende Moment für die übrigen Geburtserscheinungen. Dem Uterus ist durch die Befruchtung der Anstoß zu einer Reihe von Metamorphosen mitgetheilt, durch die er allmälig wieder zum Anfangspunkte zurückgeführt wird. Am Ende der Schwangerschaft hat er den Culminationspunkt seiner Entwicklung erreicht, er zieht sich jetzt zusammen, auch wenn der Fötus außer ihm liegt. Diese Thätigkeit ist nur eine Consequenz seiner Entwicklung, der Ausbildung seines motorischen Apparates, sie ist in ihrem Typus und Modus lediglich in den Verhältnissen des Organes selbst begründet. Aber sie ist zugleich der Anfang seiner Rückbildung und nothwendig, damit sie zu Stande komme. Nur durch anhaltende und wiederholte Zusammenziehungen kann, abgesehen von der Austreibung des Inhalts, der Uterus seine Säftemasse verringern und seine frühere Größe und Form wieder erlangen. Das Maß der Zusammenziehungen ist keineswegs bloß durch den Widerstand bedingt, den die Geburtswege dem Austritte der Frucht entgegensetzen; wo der Widerstand zu gering ist und die Geburt sehr schnell von Statten geht, sind stärkere und zahlreichere Nachwehen die Folge.

Mit der vollendeten Entwicklung des Uterus und dem Beginne seiner Thätigkeit fällt die Reife des Fötus zusammen, die Verhältnisse greifen ohne unmittelbaren Causalnexus harmonisch und zweckmäßig in einander. Erst durch den Geburtsact selbst wird der reife Fötus aus seiner Verbindung mit dem Uterus gelöst. Wo diese Lösung nicht erfolgt, weil entweder die Wehen nicht eintreten, oder der Fötus außerhalb des Uterus liegt, kann derselbe sein Leben noch längere Zeit und nach der bekannten Beobachtung von W. Schmidt selbst Jahre lang im mütterlichen Organismus fortsetzen. Wie lange ein solches Leben ohne besondere störende Einwirkungen überhaupt bestehen kann, inwiefern es von dem früheren abweicht, und was in solchen Fällen zuletzt den Tod herbeiführt, darüber läßt sich nichts Ausreichendes und Erwiesenes sagen. Nur das ist gewiß, daß die Reife des Fötus, d. h. die Fähigkeit in der Außenwelt zu leben, keineswegs die unbedingte Nothwendigkeit des Geborenwerdens für ihn in sich schließt, geschweige denn den Uterus zu seiner Thätigkeit bestimmt. Wohl aber wird durch den Act der Geburt der Fötus nicht bloß aus seiner Verbindung gelöst und ausgestoßen, sondern auch in gewisser Weise für das veränderte Leben in der Außenwelt vorbereitet. Durch die Zusammenziehungen des Uterus werden nämlich nicht bloß die in seiner Substanz verlaufenden Gefäße comprimirt, sondern ebensowohl die Placenta foetalis das in ihr enthaltene Blut wird größtentheils in die Nabelvenen ausgepreßt und der Eintritt neuen Blutes aus den Nabelarterien gehindert, die Nabelschnur wird während der Wehe praller, die Pulsation derselben undeutlicher, der Herzschlag des Fötus unhörbar. Durch den verhinderten Abfluß des Blutes muß nothwendig der Druck in den Fötalarterien steigen, und es ist höchst wahrscheinlich, daß das Blut, einen Ausweg

suchend, mit vermehrter Gewalt und in größerer Menge in die Lungen eindringt, die Lungennerven reizt und so den nachherigen Eintritt der Respiration und des Lungenkreislaufes erleichert. Man will beobachtet haben, daß sehr leicht und schnell geborene, oder durch den Kaiserschnitt von der Mutter genommene Kinder, die nur kurze Zeit der Einwirkung der Wehen ausgesetzt waren, häufig an einer Atelektasie der Lungen zu Grunde gehen. Folgen die Wehen einander zu rasch, so droht natürlich dem Leben des Fötus eine noch nähere Gefahr, weil während der Wehe die Orydation des Fötalblutes in Folge der Unterbrechung des Placentar- und Uterinkreislaufes aufgehoben ist. Ob der hierdurch momentan veranlaßte Scheintod, in normalen Fällen, den Körper des Kindes Druck und Quetschung von außen leichter ertragen läßt, wie manche Geburtshelfer behaupten, will ich dahin gestellt sein lassen.

Wochenbett.

Fassen wir den Zustand einer Wöchnerin unmittelbar nach der Geburt in's Auge, so sehen wir eine Verwundete vor uns, die durch körperliche und geistige Aufregung, sowie den gehabten Blutverlust mehr oder minder erschöpft ist. Der Puls ist weich und langsam, seltener beschleunigt, das Gesicht geröthet, die Neigung zu schlafen tritt stärker als bisher in den Wehenpausen hervor. Die meisten werden durch einen kurzen Schlummer erquickt. Bisweilen wird der Schlaf durch einen heftigen, jedoch meist gefahrlosen Schüttelfrost unterbrochen, dem ein starker Schweiß folgt. Ominöser ist ein rascher Collapsus bald nach der Geburt; die Kräfte sinken außerordentlich schnell, der Puls wird kleiner und schwächer, die Glieder sind eisig kalt und öfters vermag die ganze Scala der Reizmittel, in rascher Folge gereicht, das fliehende Leben nicht zu halten. Dieser Collapsus scheint meistens, wo er nicht während einer Puerperalfieberepidemie in Folge einer sehr intensiven Blutvergiftung entsteht, aus einer momentanen Erschöpfung der Centraltheile des Nervensystemes durch die Anstrengungen und Schmerzen der Geburt hervorzugehen, der Blutverlust ist selten dabei bedeutend, der Uterus bleibt zusammengezogen und in den tödtlich ablaufenden Fällen ergiebt die Section kaum in irgend einem Organe Abweichungen von der Norm.

In dem Wochenbette ändert sich auf's Neue das Verhältniß der Organe unter einander und mit der erhöhten Thätigkeit der Brüste tritt das Leben der Beckengenitalien in den Hintergrund. Rückbildung und Entwicklung gehen einander parallel. Betrachten wir die einzelnen Systeme der Reihe nach.

1. Veränderungen in den Beckengenitalien.

Der Uterus kehrt zu seiner früheren Form und Größe zurück. Gleich nach der Geburt fühlt man ihn in der Regel zwischen dem Nabel und der Schambeinverbindung zusammengezogen, fest, hart; die Umrisse entsprechen in seiner Verkleinerung noch genau denen in der Schwangerschaft, die Oberfläche ist uneben, gleichsam gerieft, indem die einzelnen Muskelpartien in verschiedener Richtung wie Stränge hervortreten. Gewöhnlich läßt diese erste Zusammenziehung bald wieder etwas nach, und der Uterus wird weicher und größer, bis nach kurzer Ruhe neue und wiederholte Zusammenziehungen eine allmälige und stetige Verkleinerung bewirken. Am dritten oder vierten Tage ragt er

noch 2 bis 3'' über die Horizontaläste der Schambeine hervor, seine Länge beträgt alsdann etwa 6'', seine Breite 4''; vom 9. bis 12. Tage ab ist er in der Regel nicht mehr durch die Bauchdecken fühlbar. Der Hals des Uterus ist anfangs noch weit geöffnet, schlaff und hängend, von dunkelrother Farbe, seine Gefäße strotzend von Blut. Dieser lähmungsartige Zustand, den Rokitansky nicht ganz passend Apoplexie des Cervix uteri nennt, findet sich fast constant nach jeder Geburt, und setzt keineswegs besondere Schwierigkeiten oder lange Dauer voraus. Nach 24 Stunden hat sich der innere Muttermund bis auf etwa 1½ bis 2'' im Durchmesser zusammengezogen, die Grenze zwischen Hals und Körper springt etwas schärfer hervor, doch beginnt erst vom 6. bis 7. Tage an die Vaginalportion sich abzuscheiden. Am 10. bis 12. Tage ist sie etwa 4''' lang, noch sehr umfangreich, cylindrisch, mit wulstigem, eingekerbtem Rande. Die Abgrenzung schreitet nur langsam vor. In 3 bis 4 Monaten ist in der Regel die Rückbildung des Uterus, so weit sie möglich ist, vollendet, ganz erreicht er jedoch die jungfräuliche Form und Größe nicht wieder.

Das Hauptmittel, durch welches diese Rückbildung bewirkt wird, sind die sogenannten Nachwehen, die unmittelbare Fortsetzung der Geburtswehen. Sie sind im Allgemeinen um so zahlreicher und heftiger, je mehr der Uterus in der Schwangerschaft ausgedehnt war, je weniger Zusammenziehungen auf die Geburt selbst verwandt wurden, und je mehr Geburten schon vorangegangen waren. Sie fehlen auch bei Erstgebärenden nicht ganz, sind aber schwächer und werden deßhalb leichter übersehen. In der Regel sind sie wenig schmerzhaft, doch können sie auch bei Mehrgebärenden, zumal nach schnellen Geburten, sehr qualvoll sein; Spinalschmerz bei Druck ist fast immer vorhanden. Sie haben einen unregelmäßigeren Rhythmus, als die Geburtswehen; wahrnehmbar halten sie kaum jemals über den 8. bis 14. Tag an. Diese periodischen Contractionen scheinen auf den Grund und Körper des Uterus beschränkt, und bewirken eine allseitige Verkleinerung dieser Abschnitte, indem wahrscheinlich alle Fasern, die longitudinalen sowohl, als die queren, die Kreisfasern um die Tubenmündungen und die Ausstrahlungen der runden Mutterbänder, sich gleichmäßig zusammenziehen. Am Halse dagegen treten nur die Kreisfasern in Wirkung und man beobachtet hier eine anhaltende, allmälig zunehmende Contraction, wodurch dieser Theil ohne Verkürzung sich mehr und mehr verengt und gegen den übrigen Uterus abgrenzt. Die sogenannten Einrisse und Narben am äußeren Muttermunde sind in der Mehrzahl der Fälle bloße Einfaltungen, sie verschwinden und der Rand erscheint durchaus unversehrt und glatt, sobald bei folgenden Geburten der Muttermund auf's Neue ausgedehnt und entfaltet wird. Nicht selten, besonders nach schwierigen und langsam verlaufenden Geburten bleibt die Involution des Uterus mehr oder weniger gehemmt, weil in Folge der Anstrengung und des erlittenen Druckes entweder das ganze Organ oder einzelne Abschnitte desselben erschlafft und paralysirt sind. Fast immer ist natürlich ein stärkerer Bluterguß in die Uterinhöhle die nächste Folge; das Blut fließt aber nur zum kleinsten Theile durch den Muttermund ab, der Rest coagulirt und häuft sich immer mehr in dem schlaffen Organe an, bis endlich die größere Masse dasselbe zu Contractionen reizt und nun plötzlich unter Schmerzen große Blutcoagula, von einem erschöpfenden Strome flüssigen Blutes gefolgt, ausgestoßen werden. Auf eine eigenthümliche und vorzugsweise gefährliche Form dieser Involutionshemmung, nämlich die Paralysirung der Placentarinsertionsstelle des Uterus bei ringsum normgemäß vor sich gehender Rückbildung des-

selben, hat zuerst Rokitansky [1]) aufmerksam gemacht. Er sagt: »Dieser Zustand bietet ein ganz eigenthümliches Ansehen dar. Die Placentarinsertionsstelle wird von dem sich ringsum contrahirenden Parenchyme nach der Uterinalhöhle hereingedrängt, so daß sie daselbst in Form einer kolbigen Geschwulst hervorragt, während man äußerlich an der entsprechenden Stelle eine seichte Einstülpung der Uterinalwand wahrnimmt. Man ist durch die täuschende Aehnlichkeit leicht veranlaßt, den paralysirten Uterinalabschnitt für einen fibrösen Polypen zu halten, nur eine genauere Untersuchung des Gewebes kann darüber genügende Aufschlüsse geben. Das Uebel bedingt immer anhaltende, mehre Wochen nach dem Puerperium andauernde, erschöpfende Metrorrhagieen und wird hierdurch tödtlich. Wir haben dasselbe zweimal und zwar einmal nach einem Abortus, ein anderes Mal nach einer zeitgemäßen Entbindung beobachtet.«

Die Nachwehen, wie die Wehen überhaupt, wirken jedoch nicht allein auf eine mechanische Weise zur Rückbildung des Uterus, eine bloße Zusammenziehung der Substanz ohne Verminderung der Masse möchte wohl kaum genügen, diese vollständig in's Werk zu setzen Aber einmal wird durch die Compression und theilweise Obliteration der Gefäße die Blutzufuhr vermindert, dann aber auch die Materie durch den Act der Thätigkeit erschöpft und zur Zersetzung disponirt. So legen die wiederholten und angestrengten Zusammenziehungen des Uterus den Grund, daß die in der Schwangerschaft neugebildete Nerven- und Muskelsubstanz in dem Wochenbette sich wieder auflöst und schwindet. Freilich hat man den Modus dieser Rückbildung nicht so unmittelbar, wie den der Neubildung, beobachtet, dennoch ist ihr Vorhandensein unzweifelhaft. Vielleicht gelangen die Zersetzungsproducte nur zum Theile, wie sonst, in das Blut und der Rest wird direct und ohne die Einwirkung der Respiration erfahren zu haben, mit dem Eiter der Placentarwundfläche ausgeschieden.

Durch die Geburtswehen sind die weichen dünnhäutigen Uteringefäße an ihrer Eintrittsstelle in die Placenta foetalis zerrissen. Das in ihnen enthaltene Blut wird durch die Nachwehen theils rückwärts in solche Gefäße, in denen noch der Kreislauf besteht, theils in die Höhle des Uterus gepreßt, der Rest desselben gerinnt und bildet nach Resorption der flüssigen Bestandtheile feste, die Venenmündungen verschließende Pfröpfe. Es bietet sich nicht gerade oft Gelegenheit dar, eine normale Placentarfläche nach der Geburt zu beobachten, weil bei der Mehrzahl tödtlicher Krankheiten im Wochenbette der Uterus mehr oder weniger mitleidend ist. Wo dieses nicht der Fall war, fand ich in den ersten Tagen des Wochenbettes an der in ihrem Umfange sehr reducirten Placentarstelle die vorragenden Venenmündungen durch Blutpfröpfe geschlossen, die in verschiedenen Graden der Entfärbung sich mehr oder weniger tief in die Gefäße hinein erstreckten und der inneren Wand nur lose anhingen. Diese Venenstümpfe durch ein zwischen sie eingefilztes Blutcoagulum und Exsudat mit einander verklebt, bildeten höckerige, fleischartige Massen, die von den Geburtshelfern nur zu häufig für zurückgebliebene Theile der Placenta foetalis gehalten werden. Unter dem Coagulum, das sich mit Leichtigkeit abziehen ließ, war die Schleimhaut großentheils zerstört und die Muskelhaut bloßgelegt. Ueber das Verhalten der Lymphgefäße des Uterus an der Placentarstelle vermag ich aus eigener Anschauung mit Sicherheit nichts zu sagen. Die Abstoßung der Massen ist immer mit mehr oder weniger Putrescenz ver-

---

[1]) A. a. O. III.

bunden; sie gehen theils im aufgelösten Zustande, theils in Form von Fetzen und Flocken, als sogenannte Placenta- und Decidnareste mit dem Lochialflusse ab. Noch in der 3. bis 4. Woche sah Wagner einzelne Partieen der Schleimhaut sich fetzenartig losstoßen. Auf der ihrer Schleimhaut beraubten Wundfläche findet eine reichliche Exsudation mit Eiterbildung Statt, unter welcher die Schleimhaut sich regenerirt. Auch auf der unverletzt gebliebenen Schleimhaut des Uterus, wie der Scheide wird das Epithelium losgestoßen, und noch längere Zeit nach der Geburt findet man sie in hohem Grade aufgelockert.

Ueber die Lochien haben in neuer Zeit Gruby [1]) und besonders Scherer [2]) genauere Untersuchungen mitgetheilt. Unmittelbar nach der Lösung und Ausstoßung der Placenta fließt eine nicht unbeträchtliche Menge reinen Blutes aus den zerrissenen und zusammengepreßten Gefäßen des Uterus aus. Mit dem Nachlasse der eigentlichen Blutung geht in den ersten Tagen des Wochenbettes eine ziemlich schleimige, braunrothe, blutige, mit einzelnen Flocken und Fetzen gemischte Flüssigkeit, ohne besonderen Geruch und von neutraler Reaction, aus den Geschlechtstheilen ab, die aufgefangen beim Stehen keinen Kuchen bildet, sondern sich in einen lockeren braun- oder graurothen Bodensatz und ein helles, später von aufgelöstem Blutroth mehr oder weniger gefärbtes Serum scheidet. Nur wenn ein neuer Bluterguß aus den Uteringefäßen statthatte, ist hellrothes und coagulirendes Blut der Flüssigkeit beigemengt. Unter dem Mikroskope zeigen sich in derselben zahlreiche Blutkörperchen, deren Menge allmälig abnimmt, anfangs normal, später mehr verändert, aufgequollen, mit unregelmäßig gezackten Rändern und leicht im Wasser sich lösendem oder gelöstem Färbestoff; ferner Flimmer-, Cylinder- und Pflasterepithelien (Uterin- und Scheidenschleimhaut), deren Menge sich ebenfalls vermindert; Fetttröpfchen, oft in bedeutender Zahl im Serum suspendirt, und endlich die Elemente des Eiters in verschiedenen Entwicklungsstufen, wahre Eiterzellen, Entzündungskugeln, Körnchenzellen und Elementarkörnchen (theils Bildungsanfang, theils Zerfall), anfangs sparsam, allmälig aber wachsend an Zahl. Die chemische Analyse weiset in der Flüssigkeit vorherrschend Hämatoglobulin und Albumin, aber keinen Faserstoff, und außerdem Fett — wohl größentheils ein Secret der Talgdrüsen der Geschlechtstheile — nach. Vom dritten oder vierten Tage an wird die abgehende Flüssigkeit mehr schmutzig, grünlich oder bräunlich, mißfarbig, verbreitet einen starken widerlichen Geruch, reagirt alkalisch und sondert sich bei längerem Stehen in einen mißfarbigen, graurothen oder bräunlichen Bodensatz und ein ebenfalls mißfarbiges, grünlich-gelbes Serum. Die Blutkörperchen sind mehr und mehr geschwunden, die vorhandenen gezackt, collabirt, im Zerfall begriffen, auch die Epithelien haben sich verloren, dagegen hat die Menge der Eiterzellen und Elementarkörnchen bedeutend zugenommen. Bei der chemischen Analyse entwickelt die Flüssigkeit jetzt bedeutende Mengen von Ammoniak, das theils der Fäulniß der von der Placentarfläche abgestoßenen Massen, theils vielleicht der Zersetzung der Uterinsubstanz selbst seinen Ursprung verdankt. Bisweilen setzen sich spontan Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia an der Oberfläche der Flüssigkeit und den Wänden des Gefäßes ab. Das im Serum nach dem Kochen durch das Alkali noch in Lösung erhaltene Albumin scheidet sich beim Zusatz von Salpetersäure in Gestalt bräun-

[1]) Observat. microscop. ad morphol. pathol. Vindob. 1840.
[2]) Chem. und mikroskop. Untersuchungen z. Pathol. Heidelberg 1843.

licher Flocken aus. Nach dem 5. oder 6. Tage nimmt die Menge des Secretes ab, es wird heller, weniger mißfarbig, verliert seinen unangenehmen Geruch und seine alkalische Reaction, und trennt sich bei längerem Stehen in ein blaß-röthliches oder gelbliches Serum und ein weißes, dickes, eiterartiges, oder zähes, fadenziehendes und gelatinöses Sediment. Blutkörperchen sind nicht mehr in der Flüssigkeit vorhanden, die Elementarkörnchen und Eiterzellen haben an Zahl abgenommen, und die vorhandenen Zellen verrathen ihren Uebergang in Epithelien durch ihren größeren Durchmesser, die Schwerlöslichkeit in Essigsäure, die Untheilbarkeit der Kerne und die Anreihung an einander mit polygonaler Abplattung. Die Ammoniakentwicklung hört auf, und statt des unverwandelten Albumins enthält das Secret Schleimstoff. Ein einfacher Schleimabgang dauert nun noch mehre Wochen an und verliert sich allmälig. Bei manchen Frauen ist die Wochenbettreinigung außerordentlich gering, ohne daß dadurch ein Nachtheil für die Gesundheit entsteht; es sind dies in der Regel solche, bei denen der Monatsfluß ebenfalls nur schwach ist.

Parallel der Verkleinerung des Uterus contrahirt sich der Peritonäalüberzug desselben, die breiten Mutterbänder falten sich wieder und die Tuben treten in ihre frühere Stellung zum Uterus zurück. Die runden Mutterbänder werden dünner und blasser. Die Scheide verengt sich allmälig durch eine anhaltende Contraction, ihre Schleimhaut legt sich wieder in Falten. Die gänzlich entfalteten kleinen Schamlippen stellen sich schon unmittelbar nach der Geburt wieder her. Auch der Damm zieht sich bereits in den ersten 24 Stunden so stark zusammen, daß seine Breite von 4 bis 6″ auf 2″ reducirt wird. Die Bauchhaut bleibt noch längere Zeit runzelig.

2. Veränderungen in den Brustgenitalien.

Von der Entwicklung der Brüste in der Schwangerschaft und den Anfängen ihrer Secretion ist bereits die Rede gewesen. Ihre eigentliche Thätigkeit beginnt aber erst im Wochenbette und bildet somit in gewisser Weise einen Gegensatz zu der in den Beckengenitalien, zum Theile auch nur scheinbar. Jedenfalls steht sie in einer bestimmten Causalbeziehung zu dem Geburtsacte. Obwohl sich während desselben noch keine Einwirkung auf sie bemerkbar macht, so giebt er doch überall das Signal zu ihrem Eintritte, mag nun das Kind seine vollständige Reife schon erlangt haben, oder nicht, lebend oder in früheren Monaten abgestorben sein, oder selbst wie bei der Graviditas abdominalis in der Bauchhöhle zurückbleiben. Zwei Momente kommen hier besonders in Betracht. Das eine liegt offenbar in einem Reflex von den motorischen und sensiblen Nerven des Uterus auf die Nerven der Brüste, und beruhet also eigentlich nicht auf einem Antagonismus, sondern auf einem wirklichen Consensus, indem der Anfang der Rückbildung in jenem musculösen Organe eben die mit Schmerz verbundene Bewegung ist. Sehen wir doch, wie durch denselben Consensus in umgekehrter Richtung auf Reizung der Nerven in den Brüsten z. B. durch das Saugen des Kindes stärkere Nachwehen folgen. Das zweite Moment ist die durch die Geburt bewirkte Aenderung in der Blutvertheilung. Mit der Ausstoßung des Fötus, mit der Verkleinerung des Uterus und der Compression und theilweisen Obliteration seiner Gefäße mindert sich natürlich die Blutaufnahme in demselben, und die Masse wird genöthigt, andere Wege einzuschlagen. Hieran schließt sich als ein drittes Moment die Aenderung in der Blutmischung an, von der weiter unten ausführlicher gesprochen werden soll. Wenn die Brustdrüsen nach der Geburt unthätig sind oder aufhören zu functioniren, so finden sich die charakteristischen

Bestandtheile der Milch, namentlich die Fette, ebenso im Blute verhalten, wie der Harnstoff oder das Gallenpigment bei verhinderter Ausscheidung durch die Nieren oder die Leber. Doch darf auch, selbst in Bezug auf die Blutmischung, die locale Reizung der Drüse durch das Saugen des Kindes nicht gering angeschlagen werden. Nicht allein, daß sie zur Unterhaltung der bereits eingetretenen Milchsecretion durchaus nothwendig ist, so fehlt es nicht an glaubwürdigen Beobachtungen, daß durch ein wiederholtes Anlegen neugeborener Kinder an die Brüste nichtschwangerer Mädchen, oder älterer Frauen in den klimakterischen Jahren, oder selbst von Männern eine Absonderung von Milch in denselben hervorgerufen wurde. Die aus einer männlichen Brust gewonnene Milch zeigte folgende Zusammensetzung: Fett 1,234, Alkohol-Extract 3,583, wässeriges Extract 1,500, unlösliche Substanzen 1,183 [1]. Räthselhaft bleibt auch hier, wie bei den Reflexerscheinungen in der Schwangerschaft, der Einfluß, den das Geschlecht des Kindes in einzelnen Fällen ausübt. Schütze [2]) theilt die Beobachtung mit, daß eine Frau nach jeder Geburt eines Knaben viel Milch bekam, dagegen nach der Geburt eines Mädchens nicht den mindesten Andrang zu den Brüsten verspürte.

Die vermehrte Turgescenz und Absonderung in den Brüsten entwickelt sich in der Regel allmälig und ohne besondere Zufälle, wenn das Kind frühzeitig angelegt und das Anlegen mit Consequenz in regelmäßigen Zwischenräumen wiederholt wird. Die Entfernung des Secretes fördert schon nach rein physikalischen Verhältnissen als ein stets neuer Anreiz die Secretion, und so wird die Wirkung der sich ausbildenden Hyperämie sofort in die Bahn gesteigerter Absonderung gelenkt und jedes Uebermaß dadurch ausgeglichen. Wo dieses nicht geschieht, tritt gewöhnlich am 2. bis 3. Tage mehr oder weniger plötzlich eine stärkere Congestion zu den Brüsten und Secretion ein, mit gleichzeitiger Exsudation in's Parenchym und secundärer Anschwellung der Lymphgefäße und Lymphdrüsen. Häufig geht diesen Erscheinungen ein Frostanfall — Milchfieber — voran, wahrscheinlich in Folge des Eindruckes, den das veränderte und mit den eigenthümlichen Secretionsstoffen überladene Blut auf die Centralorgane des Nervensystemes ausübt. Bisweilen wird das Fieber auch nach der Befreiung des Blutes noch durch den örtlichen Nervenreiz in den Brüsten unterhalten, zumal wenn die Anschwellung stark und die Anspannung der Haut groß ist. In einzelnen Fällen mag es auch durch einen Reflex von den Nerven der Placentarwundstelle auf das Rückenmark entstehen, ja vielleicht selbst einer vorübergehenden Pyämie von den Uterinvenen aus seinen Ursprung verdanken.

Die Milchdrüsen säugender Frauen zeichnen sich durch ihre dicht gedrängten und großen, von Capillargefäßen dicht umsponnenen Acini aus. Diese haben nach Krause $^1/_{27}$ bis $^1/_{14}$''' im Durchmesser, sind also größer, als die Acini in irgend einem andern Secretionsorgane des Menschen. Statt des Epitheliums fand Henle [3]) bei einer Neu-Entbundenen in den Drüsenbläschen der Brüste nichts als lose Fettkügelchen, nur hie und da drückten sich Zellenkerne mit heraus. Dagegen hatten selbst die feineren Aeste des Ausführungsganges ihr Epithelium von feinen hellen Pflasterzellen behalten. H. Nasse fand in den Bläschen während der Lactation kleine Plättchen von der Größe der Epidermisplättchen, an denen einzelne Fettkügelchen auffaßen.

---

1) Würtemb. Correspondenzblatt. Bd. VI.
2) Rust, Magazin f. d. gesammte Heilkunde. Bd. 37.
3) Allgem. Anat. S. 920.

Hinsichtlich der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Milch muß ich auf den Artikel »Milch« von Scherer verweisen.

Die Milchsecretion kann unter günstigen Verhältnissen bei Menschen, wie bei Thieren, durch fortgesetztes Säugen ohne bestimmte Grenzen oft sehr lange erhalten werden. Während ihrer Dauer bleibt wahrscheinlich, wie in der Schwangerschaft, die typische Reifung der Eier in den Ovarien unterbrochen. Oefters aber fehlt auch nur die secundäre Absonderung und Blutung auf der Uterinschleimhaut, denn stillende Frauen concipiren, ohne wahrnehmbar nach der Geburt wieder menstruirt zu haben. Nach dem Wiedererscheinen der Menstruation gegen den neunten Monat oder früher oder später vermindert sich in der Regel die Milchsecretion. Während der Menstruation ruft die sparsamer abgesonderte Milch nicht selten Durchfall, Erbrechen ꝛc. bei dem Säuglinge hervor; nach Donné erscheinen aufs Neue Colostrumkörperchen in derselben. Bei nicht säugenden Frauen kehrt die Menstruation gewöhnlich schon um die sechste Woche nach der Geburt zurück.

3. Veränderungen in den übrigen Systemen des Körpers.

Mit der Entleerung und Verkleinerung des Uterus ändern sich natürlich mancherlei mechanische Verhältnisse. Der Druck auf die Organe der Bauchhöhle läßt nach, es entsteht im Moment der Ausstoßung ein relativ leerer Raum in derselben, und das Blut kann mit verstärkter Gewalt in die Unterleibsgefäße eindringen. Hulme legte, jedoch mit Unrecht, auf diesen Umstand einen besonderen Werth für die Entstehung des Kindbettfiebers. Dagegen glaube ich, daß der Collapsus, der nach sehr schnellen Geburten ohne Blutfluß und bei fest zusammengezogenem Uterus eintritt, bisweilen in einer solchen momentanen Blutüberfüllung der Unterleibsgefäße seinen Grund hat, sei es nun durch den plötzlichen, starken und verbreiteten Druck auf den Nervus sympathicus, oder in Folge einer secundären Anämie des Gehirnes. Campbell fand in einem analogen Falle, der sich während einer Puerperalfieberepidemie ereignete, die Darm- und Gebärmuttervenen mit Blut überfüllt, besonders die Venae spermaticae so ausgedehnt, daß man sie der Vena cava ascendens vergleichen konnte, und sonst keine Abweichung von der Norm.

Mit der Geburt hört ebenfalls der Druck auf die Respirationsorgane auf, doch stellt sich erst in einigen Monaten das normale Volumen der Lungen wieder her. Noch in der achten Woche nach der Geburt fand ich, ohne daß eine neue Compression durch ein Peritonäal- oder Pleura-Exsudat stattgefunden hatte, in den unteren Lappen die Zellen gedrängter und weniger lufthaltig. Das Herz findet man bisweilen bei Frauen, die mehrmals geboren haben, bleibend etwas nach oben dislocirt. Woher das Geräusch entsteht, das man häufig bei Puerperen, wie bei Schwangeren, während der Systole im Herzen oder in den Arterien statt des Tones oder zugleich mit demselben hört, ist nicht ermittelt.

Durch den Geburtsact selbst wird schon eine vermehrte Hautsecretion eingeleitet. Nach der Geburt wirken mehre Momente zusammen, sie zu unterhalten. Der veränderten Blutvertheilung in Folge der Ausstoßung des Fötus, der Verkleinerung des Uterus und der Compression und theilweisen Obliteration seiner Gefäße ist bereits bei der Milchsecretion gedacht. In dieser Beziehung wird die Hautsecretion um so stärker sein, je weniger der Zug des Blutes gegen die Brüste sich richtet. Ob von den Uterinnerven in

den Nachwehen ein unmittelbarer Reflex auf die Hautnerven statthat, wage ich nicht zu entscheiden. Einen wesentlichen Antheil an der vermehrten Hautsecretion hat aber gewiß die Mischung des Blutes, die gesteigerte Aufnahme von Zersetzungsproducten aus dem Uterus. Der Schweiß der Wöchnerinnen nicht auffallend sauer, und ist reicher an Milchsäure; Anselmino [1]) hat auch freie Essigsäure darin gefunden. Er ist gleichmäßig über die ganze Haut verbreitet, bricht öfters in Paroxysmen aus, zwei- bis dreimal in 24 Stunden, und verliert sich in der Regel allmälig nach dem neunten Tage. Häufig findet im Wochenbette auch ein Absterben und Ausfallen der Kopfhaare Statt, in Folge einer Congestion zur Matrix mit Exsudation.

Nicht bloß der Zug des Blutes ist verändert, sondern wichtige chemische Metamorphosen gehen gleichzeitig innerhalb desselben vor. Die Hauptursachen derselben liegen wohl theils in der allmäligen Zersetzung der neugebildeten Uterinsubstanz, theils in der beginnenden Milchsecretion. Ich habe schon bemerkt, daß die Zersetzungsproducte des Uterus vielleicht zum Theil direct mit dem Eiter der Placentarwundfläche als Ammoniak ausgeschieden werden. Dafür spricht der Umstand, daß nach den bisherigen Untersuchungen die Absonderungen der gewöhnlichen Secretionsorgane vornehmlich nur eine Zunahme der stickstofflosen Excretionsstoffe zeigen. Der Schweiß ist reicher an Milchsäure, nach Einigen [2]) auch der Urin, der im Uebrigen, abgesehen von der Verunreinigung durch die Lochien, je nach den Umständen bald als Fieberharn, bald anämisch erscheint. In dem sauer reagirenden Blute, das sich in den Herzen der am Puerperalfieber gestorbenen Wöchnerinnen befand, wies Scherer (a. a. O.) freie Milchsäure nach.

Die Milch nach der Geburt unterscheidet sich von der während der Schwangerschaft abgesonderten durch den vermehrten Gehalt an Fett, die Umwandlung des Albumins in Casein und das Auftreten des Milchzuckers. Die Präexistenz dieser Stoffe im Blute ist höchst wahrscheinlich, obwohl nicht zur Evidenz erwiesen. Der Milchzucker kommt als Secretionsproduct nur in der Milch vor. Im Blute unverletzter milchender Kühe ist er von Mitscherlich und Gmelin vergebens gesucht. Man müßte, zumal bei dem geringeren Zuckergehalte der Kuhmilch, das Blut säugender Thiere bald nach der Exstirpation der Milchdrüsen untersuchen, wo man hoffen könnte, größere Zuckermengen in demselben enthalten zu finden. Möglich wäre es auch, daß die von Scherer im Blute der Leichen nachgewiesene freie Milchsäure durch eine Umsetzung des Milchzuckers entstanden wäre. Ein sogenanntes weißes, d. h. sehr fettreiches Blut, welches vor dem Gerinnen weißröthlich aussieht und nach der Bildung eines kleinen Blutkuchens ein milchiges Serum zurückläßt, hat man nicht selten bei säugenden Thieren beobachtet. Lehmann (a. a. O.) entdeckte in dem Blute von Wöchnerinnen Spuren von Buttersäure, die sich nach der Destillation mit verdünnter Schwefelsäure deutlich durch den Geruch zu erkennen gab. Ebenso fand er in dem Urine einer nicht stillenden Wöchnerin am dritten, vierten, sechsten und neunten Tage nach der Geburt ungleich mehr Buttersäure, als sonst wohl im Harne vorkommt. Dieser buttersäurehaltige Harn war immer etwas trübe, mehr schmutzig als bernsteingelb und sehr sauer; er enthielt wenig Harnsäure.

Das Nervensystem befindet sich nach der Geburt, wie es sich nach den Vorgängen der Schwangerschaft, nach den Anstrengungen und Schmerzen

---

[1]) Simon a. a. O.

[2]) Eisenmann, das Kindbettfieber.

der Geburt, verbunden mit Blutverlust, nicht anders erwarten läßt, in einem mehr oder weniger erregbaren Zustande, der durch die neuen Veränderungen — locale Nervenreizung, veränderte Blutmischung und Säfteverlust — oft nach längerer Zeit unterhalten, selbst gesteigert wird. Daher die Neigung zu Geistesstörungen und zu nervösen Affecten mancherlei Art, die unter die weite Rubrik der Spinalirritation fallen, und deren materielle Basis uns noch wenig bekannt ist.

Wir haben demnach in der Puerperalconstitution einen in vielen Beziehungen eigenthümlichen und von dem in und außer der Schwangerschaft abweichenden Lebenszustand vor uns. Nicht bloß die Anlage zum Erkranken ist durch denselben gesteigert, sondern auch gewisse Organe sind vorzugsweise dafür disponirt, den Krankheiten selbst ist von vornherein ein besonderes Gepräge aufgedrückt, während er gegen andere Krankheitsprocesse eine gewisse Immunität gewährt. Auf diesem eigenthümlichen Boden erzeugt ein Miasma jene specifische Krankheit des Blutes, die die Grundursache der Erscheinungen im Kindbettfieber ist; doch scheint sich die Disposition für dieses Erkranken kaum jenseit der ersten acht Tage des Wochenbettes zu erstrecken. Reine Entzündungen werden im Wochenbette außerhalb der Sexualorgane nur selten beobachtet, weil diese durch den Puerperalzustand der locus minoris resistentiae geworden sind. Die Tuberculose, die in der Regel während der Schwangerschaft zurücktritt, schreitet nach der Geburt desto rascher vor, und führt oft schnell zum Tode; sie scheint das Kindbettfieber auszuschließen. Biliöse Fieber, wenn sie epidemisch herrschen, suchen gern die Wöchnerinnen heim. Unter den acuten Exanthemen sind die Puerperen vorzugsweise dem Scharlach und dem Friesel ausgesetzt; letzterer beginnt meistens als Puerperalfriesel, und breitet sich erst im Verlaufe der Epidemie auch auf andere Individuen aus. Dagegen befällt der Typhus Wöchnerinnen, ebenso wie Schwangere, äußerst selten. Auch die Grippe verschont die Wöchnerinnen in der Regel; Schwangere jedoch sind nicht vor ihr geschützt und abortiren leicht, wenn sie von ihr befallen werden. Gegen die intensive Macht der Cholera aber schützt weder Schwangerschaft noch Wochenbett [1]).

Decrepidität.

Das geschlechtliche Leben des Weibes hängt in letzter Instanz, soweit es der Beobachtung zugänglich ist, von den Entwicklungszuständen der in den Graaf'schen Follikeln gebildeten Eier ab. Wir haben dies im Einzelnen bei der Pubertät, der Menstruation, der Conception und deren Folgeverhältnissen Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett gezeigt. Bis zu welchem Lebensjahre noch neue Follikel und Eier in den Ovarien entstehen, wage ich bei der geringen Zahl sorgfältiger Beobachtungen, die ich in dieser Hinsicht zu machen Gelegenheit hatte, nicht zu entscheiden. Nach dem 30sten Jahre habe ich niemals mehr Follikel und Eier auf den ersten Entwicklungsstufen gefunden. Gegen das 50ste Jahr, bald früher, bald später, hört die typische Reifung und Lösung der Eier, wie sie den Erscheinungen der Menstrua-

---

[1]) Vergl. Litzmann, das Kindbettfieber in nosologischer, geschichtlicher und therapeutischer Beziehung. Halle, 1844.

[illegible] zum Grunde liegt, auf, die Eier vergehen nach und nach, und eine Involution der Follikel beginnt. Ich habe eine ziemliche Menge von Ovarien in dieser Beziehung untersucht. Nach dem 45sten Jahre fand ich in keinem Falle mehr normale Follikel mit Eiern in denselben enthalten. Zwischen dem 45sten und dem 50sten Jahre fand ich bei einigen, die aber auch schon längere Zeit nicht mehr menstruirt hatten, sowohl an der Oberfläche als in der Tiefe des Parenchymes, kleine, röthlich durchschimmernde, sehr elastische, aus einer zellgewebigen Membran gebildete Bläschen, meist von der Größe eines Stecknadelknopfes, oft zwei bis drei dicht neben einander, mit einer rothen Masse gefüllt, die unter dem Mikroskope größtentheils aus Blutkörperchen bestand; Eier waren nicht darin zu entdecken. Ich möchte diese Bläschen für retrograde Follikel mit den Residuen einer unvollkommenen menstrualen Congestion in Anspruch nehmen. Außerdem fanden sich in diesen Ovarien, sowie in sämmtlichen, die ich aus späterer Zeit bei Jungfern, wie bei Frauen, die geboren hatten, untersuchte, eine Menge weißer, unregelmäßig rundlicher oder ovaler, oft wie schwach gelappter Körperchen von $1/4$ bis $1/2$ bis 1''' und darüber im Durchmesser, durch das Parenchym zerstreut. Sie ließen sich leicht aus dem umgebenden Stroma lösen, selten jedoch in ihrem ganzen Umfange, sondern hingen gewöhnlich an einer von der Peripherie abgewandten Stelle — wahrscheinlich dem früheren Gefäßhylus — durch einen bald breiteren, bald dünneren sehnigen Streifen fester mit demselben zusammen. Die weißen bestanden aus einem dicken, aus Zellgewebsfasern mit Kernen und Kernfasern gewebten Balge, in dem sich nur eine außerordentlich kleine Höhle, die auf der Durchschnittsfläche als eine feine Spalte erschien, ohne wahrnehmbaren Inhalt entdecken ließ; einige schienen durchweg solid zu sein. Ich halte es für kaum einem Zweifel unterworfen, daß diese Körperchen oder Bälge die rückgebildeten Follikel sind, obwohl mir die Zwischenstufen fehlen, um den Modus dieser Rückbildung genauer zu verfolgen. Wahrscheinlich verkümmert zuerst das Eichen, löset sich auf, wird resorbirt, die Wände des Follikels verdicken sich, schrumpfen zusammen und so schwindet allmälich die Höhle bis auf ein Minimum, oder selbst ganz.

Mit der Involution der Follikel schwindet gleichzeitig das Parenchym der Ovarien, sie werden dünner und platter, verlieren ihre Glätte und erscheinen an der Oberfläche mehr oder weniger ungleich, indem die eingesunkenen Stellen beträchtliche Vertiefungen bilden. Die Tunica fibrosa dagegen fand ich stets sehr verdickt, zumal an den äußerlich hervorragenden Stellen. Corpora lutea von früherer Schwangerschaft oder Menstruation waren nur selten noch erkennbar, obwohl außen deutliche sternförmige Narben sich zeigten. Bisweilen jedoch fand ich hier beim Einschnitt eine schwarze körnige Masse von einer weißen, unregelmäßig runden, zellgewebigen Kapsel eingeschlossen, oder ohne scharfe Begrenzung in Häufchen zwischen den Zellgewebsfasern des Stroma abgelagert.

Das Vergehen der Eier — räthselhaft freilich wie alle typischen Vorgänge im Organismus — enthält jedenfalls für uns den nächsten Grund, weshalb das geschlechtliche Leben des Weibes nach dem 40sten Jahre erlischt. Die Menstruation hört auf, die Conceptionsfähigkeit schwindet. Werfen wir zum Schlusse noch einen kurzen Blick auf die Veränderungen, welche die Involution in den übrigen Geschlechtsorganen hervorbringt. Das Fett des Schamhügels wird resorbirt und seine Wölbung verliert sich, seine Haare sterben ab und fallen aus, die Schamlippen schwinden, werden runzelig und schlaff, die Scheide verliert ihre Falten und wird ganz glatt. Der Uterus

wird unregelmäßig abgerundet, unabhängig von vorausgegangenen Schwangerschaften, und verkleinert sich, zumal bei alten Jungfern oder nach wiederholten durch rasche Aufeinanderfolge erschöpfenden Geburten. Dieser Marasmus ist gewöhnlich mit einer Verengerung seines Cavums — concentrischer Atrophie — verbunden. Die Substanz erscheint dabei bald lederartig zäh, weiß, hart, faserknorpelähnlich, bald, besonders im Grunde, auffallend mürbe und morsch, von blaßröthlichem, gelbröthlichem, bisweilen schiefergrauem Ansehen, mit verdickten, rigiden, selbst verknöcherten Gefäßen. Dieser letztere Zustand disponirt vorzüglich zu der im späteren Alter nicht seltenen Apoplexia uteri, die manchen für wiederkehrende Menstruation gehaltenen Metrorrhagieen zum Grunde liegt, oft aber auch ohne bemerkbare Symptome nur eine mehr oder weniger ausgedehnte Blutinfiltration der Uterinsubstanz und Zertrümmerung zu einem blutigen, dunkelrothen, später rostbraunen, hefengelben Brei bedingt.

Die Brüste schwinden mit dem Eintritte der Decrepidität ebenfalls, am frühesten, wenn ihre Thätigkeit oft durch Säugen angestrengt war, oder nach völliger Geschlechtsunthätigkeit. Selbst wo der Verlust an Masse gering erscheint, ist dennoch die Drüsensubstanz geschwunden und durch Fett ersetzt.

Litzmann.

Seele und Seelenleben.

Wie alle philosophischen Wissenschaften ist auch die Lehre von der Seele lange Zeit weit hinter derjenigen Erkenntniß ihres Gegenstandes zurückgeblieben, die sich unabhängig von ihr in der lebendigen Bildung der Gemüther entwickelt hatte. Die Schöpfungen Sophokleischer Kunst, die reiche Mannichfaltigkeit Homerischer Charaktere, der ganze Kreis Griechischer und Germanischer Mythologie, in denen neben den Erscheinungen der Natur so viele feine Züge geistiger Entwicklung ihren sinnigen Ausdruck gefunden; alle diese reiche Anschauung ist um Jahrhunderte den ersten entscheidenden Anfängen einer wissenschaftlichen Psychologie vorangegangen, die in dem einfachen Ausspruche des Cartesius von der vollkommenen Unvergleichbarkeit des Denkens und der Ausdehnung ihre erste, für einige Zeit wenigstens unbestritten gebliebene Grundlage erlangte. Zwar ist dies nur das allgemeine Schicksal philosophischer Theorien, die ja niemals mit einer höheren Erkenntnißquelle die Schichten so angehäufter Anschauungen durchbrechen, sondern nur denselben Instinct der Erkenntniß, der in der lebendigen Bildung sorglos sich der Beweglichkeit eines mannichfaltigen Fluges überließ, mit zusammengefaßter Besinnung auf seine eigenen Spuren zurückzukehren nöthigen. Indessen haben doch mehre Umstände diese wissenschaftliche Sicherung gewonnener Anschauungen in der Psychologie mehr als in anderen Gebieten verzögert. Zwei scheinbar widersprechende Hindernisse können gleichmäßig angeklagt werden; die unmittelbare Zugänglichkeit aller Seelenerscheinungen für jede selbst unvorbereitete innere Selbstbeobachtung, und

andererseits die Unmöglichkeit, gerade die letzten Einschnitte des Weges zu überwinden, die uns von dem eigentlichen Eindringen in ein ringsum gese-nes Reich von Vorgängen abhalten. Unstreitig hat es für jedes thatkräftige Gemüth eine große Verlockung, lieber selbstthätig, ahnend und handelnd und etwas wagend den Seelen Anderer gegenüber zu stehen, und in dem Streite des Lebens jene individualisirte Menschenkenntniß zu erwerben, die keinem Lehrgebäude, sondern eigener durchdringender Ahnungskraft verdankt, ein eigenthümlich stärkendes Gefühl selbstständiger Errungenschaft mit sich führt. So wendet diese leichte Zugänglichkeit des Seelenlebens die Theilnahme oft der tieferen Gemüther von einer psychologischen Wissenschaft ab, deren die Welt so lange entbehren konnte, ohne darum weniger glücklich in der Ausbildung hoher Blüthen des künstlerischen und sittlichen Lebens zu sein. Erinneren wir uns aber in andern Stunden, daß dem hellen Colorit solcher Anschauungen, die nur das wirkliche Leben darzubieten vermag, doch nicht ohne Schaden für die allseitige Ausbildung die an sich trockne Strenge wissenschaftlicher Zeichnung fehlen darf, so stört uns die Unnahbarkeit des Gegenstandes, der selbst die größeren Züge, die aus seiner mannichfaltigen Abwechselung bedeutsam hervortreten, doch nicht wohl an ausnahmslose, genau gemessene und dann doch immer noch bedeutungsvolle Gesetze zu knüpfen verstattet. Allgemeines, aus einzelnen Erscheinungen gewonnen, hat nur dann Werth für uns, wenn es der Schlüssel wird zur Erkenntniß dessen, was von der Beobachtung abgewandt liegt; aber es wird zur leeren Wiederholung, wenn es uns nur die allgemeinen Umrisse desjenigen zeigt, was wir in seiner vollen Mannichfaltigkeit ohnehin vor Augen sehen. Die Psychologie hat bis in die neueste Zeit nicht zu den Wissenschaften gehört, die aus den Principien, welche sie der Beobachtung entnommen, die mögliche Beobachtung erweitern; sie hat vielmehr fast nur das Ergebniß gehabt, die wahrgenommenen Erscheinungen auf einen abstracteren und nicht überall klareren Ausdruck zu bringen, so daß mehr die Unterwerfung auch dieses Gebietes der Ereignisse unter systematische Vorüberzeugungen, als eine weitere Aufschließung und Erhellung des Gegenstandes in ihm selbst, das Ziel ihrer Bemühungen gewesen zu sein scheint. In wie weit die neuesten Leistungen auf diesem Gebiete jene Uebelstände beseitigt haben, mag hier noch dahingestellt bleiben; diese Klagen aber über dieselben schließen nicht mein Versprechen ein, die Arbeit, der so viele Kräfte fast fruchtlos gewidmet wurden, plötzlich zu fördern, sondern sie wünschen dem hier zu machenden Versuche Nachsicht, wenn er seinen Zweck, die Punkte anzudeuten, an denen Physiologie und Psychologie gegenseitig sich fördern können, theilweise verfehlen und die Aufmerksamkeit seiner Leser zuweilen vielleicht auf Wege hinausweisen sollte, die sich bisher ungangbar zeigen

I. Veranlassungen und Bedürfnisse der Psychologie.

Die erste Mühe in jeder wissenschaftlichen Untersuchung gilt der Begrenzung des Gegenstandes und der Verdeutlichung unserer Bedürfnisse, und dies hier ohne Zweifel um so mehr, als die verschiedenartigsten Ansichten in unserer Zeit noch über den Boden streiten, auf dem ein Gebäude der Psychologie aufgeführt werden dürfe, und je mehr die kämpfenden Meinungen verrathen, daß sie selbst über das, was eine Erklärung leisten soll, keine gemeinschaftliche Ueberzeugung haben. Welches also ist unser Gegenstand, und was verlangen wir von ihm zu wissen? Die Frage, was die Seele sei, hat

nicht nur an der Stelle des Was ein Unbekanntes, sondern auch das andere Glied des Satzes ist unbekannter, als in ähnlichen Fällen, da keine Anschauung uns erlaubt, auf die Seele als auf ein festgezeichnetes Bild hinzuweisen, wie auf Pflanze, Thier und Stein die Naturgeschichte. Die erste Frage daher, die wir zu beantworten haben, ist diese: mit welchem Rechte bilden wir den Begriff der Seele, und wo scheidet sich dasjenige, dem dieser Begriff und unsere Untersuchung gilt, als ein in sich Zusammengehöriges von dem übrigen Gegebenen ab? Daß aber auch, diese Beantwortung vorausgesetzt, die Verdeutlichung unserer Bedürfnisse ein wesentlicher Punkt der Vorbereitung ist, wird Niemand in Abrede stellen, der sich aufrichtig selbst sagt, wie sehr der Name der Seelenlehre in uns nur die unbestimmte Erwartung eines irgendwie und irgendwoher aufgehenden Lichtes zu erregen pflegt, ohne daß wir die bestimmten Probleme, auf welche dieser Strahl entscheidend fallen soll, bereits aus der allgemeinen Sehnsucht unserer Erkenntniß herausgearbeitet und in die Richtung des einfallenden Lichtes gerückt hätten. Darum pflegen auch gewonnene Aufklärungen unbefriedigt zu lassen; denn sie können, wären sie selbst vollendet, doch nicht jede Frage beschwichtigen, die ihnen aus unklaren Bedürfnissen selbst unklar entgegenkommt.

A. Entstanden ist der Begriff der Seele in der lebendigen Bildung der Sprache nicht so, daß aus dem Thatbestande verschiedener Erscheinungen das Gleiche und Entsprechende zu einem allgemeinen Bilde zusammengezogen worden wäre, sondern vorahnend, wie so oft, hat die Sprache theoretisirt, und in diesem Begriffe die Ueberzeugung ausgesprochen, daß eine Gruppe mannigfaltiger Erscheinungen um einer inneren Verwandtschaft willen auf einen eigenthümlichen Erklärungsgrund zurückweise, durch welchen sie sich als ein in sich Zusammengehöriges von anderen Kreisen der Erscheinungen abschließe. In drei Zügen besonders scheint jene Hindeutung zu liegen; zuerst in der beobachteten Thatsache des Vorstellens, Fühlens und Begehrens, dreier Formen des Geschehens, in denen allen sich eine über das bloße Sein und Geschehen noch hinzukommende Wahrnehmung dieses Seins und Geschehens, das Phänomen des Bewußtseins im weitesten Sinne, zeigt; dann in der Einheit des Bewußtseins, welche nicht gestattet, die geistigen Thätigkeiten an ein Aggregat in's Unendliche theilbarer und isolirter körperlicher Massen zu knüpfen; endlich in dem nicht beobachteten, sondern aus Beobachtungen vorausgesetzten Umstande, daß alles übrige bloß Seiende sich in allen seinen Verhältnissen nur als wirkende Ursache benimmt, die nach allgemeinen Gesetzen mit Nothwendigkeit vorausbestimmte Folgen erzeugt, während das, was wir beseelt nennen, als handelndes Subject Bewegungen und Veränderungen, Thaten überhaupt, mit neuem Anfange frei aus sich hervorgehen läßt. Prüfen wir nun, ob diese Züge die Annahme eines eigenthümlichen Princips, der Seele, zu ihrer Erklärung rechtfertigen, so werden wir finden, daß die Psychologie sich nicht auf alle mit gleichem Rechte stützen kann.

1. Gehen wir zuerst jenen Erscheinungen des Bewußtseins nach, so finden wir sie durchaus in der Erfahrung nur als vergängliche Phänomene an einer ebenso vergänglichen Zusammenfassung körperlicher Massen, dem lebendigen Leibe, gegeben. Es liegt daher nahe, zu versuchen, ob diese körperliche Basis nicht selbst die Erklärungsprincipien für das geistige Leben enthalte, ein Umstand, der jede Psychologie als eigenthümliche Wissenschaft nicht nur unnöthig, sondern unmöglich machen würde. Philosophische Ansichten, die sich mit den Problemen der Psychologie ausführlicher beschäftigt,

haben sich indessen in dieser Beziehung der gewöhnlichen Meinung zugewandt, die trotzdem, daß ihr jene Verkettung körperlicher und geistiger Ereignisse fortwährend vor Augen lag, doch dem Geistigen ein eigenthümliches Substrat unterzulegen sich getrieben sah. Alles, was physikalischen Massen als solchen, oder was dem lebendigen Körper als einer Zusammenfassung derselben begegnen kann, die Gesammtheit der Bestimmungen der Ausdehnung, Bewegung, Mischung u. s. f. ist durchaus unvergleichbar mit der Natur des Bewußtseins, das in den verschiedenartigsten geistigen Ereignissen gemeinsam vorkommt. Auf der klaren Anerkennung dieser absoluten Verschiedenheit des Denkens und der Ausdehnung, um uns dieser historisch gewordenen Worte zu bedienen, meinte die Psychologie das Recht begründen zu können, geistige Ereignisse nur von einem ebenso eigenthümlichen Grunde ableiten zu dürfen. Ehe wir die Einwürfe berühren, die diesem einfachen Grundsatze gemacht worden sind, ist die Vermeidung eines sehr häufigen Mißverständnisses zu verlangen. Wer wegen der völligen Unvergleichbarkeit des Bewußtseins und der physikalischen Vorgänge in der Körperwelt das erstere von einem eigenthümlichen Principe begründet werden läßt, behauptet nichts weiter, als daß analytisch die geistigen Ereignisse nicht aus den körperlichen abgeleitet werden oder aus ihnen hervorgehen können, aber er leugnet darum keineswegs, daß ihr thatsächliches Vorkommen häufig, vielleicht immer, an die Bedingung körperlicher Vorgänge mit geknüpft sei. So wie jede Wirkung von dem Zusammentreten mehrfacher Bedingungen abhängt, deren keine, isolirt für sich, mit unveranlaßter schaffender Kraft eine Folge erzeugt hätte, so mögen wir einstweilen zugestehen, daß jenes eigenthümliche Princip, die Seele, aus sich allein nie jene Ereignisse entwickelt hätte, in deren Verlauf es durch die Anregung körperlicher Bewegungen hineingezogen wird. Aber ebenso meinen wir auch, daß diese zwar die veranlassende Ursache, oder die ergänzende Bedingung enthalten, unter deren Gewährung allein die geistigen Erscheinungen entstehen, daß sie aber eben ein fremdes Princip, zu dem sie nur ergänzend hinzutreten, voraussetzen. Wir können noch mehr Zugeständnisse machen, und müssen es hier, wo es auf die Vermeidung unmotivirter Mißverständnisse ankommt. Weil physikalische und psychische Ereignisse gänzlich disparat sind, haben wir noch kein Recht, beide an verschiedene Gattungen von Substanzen zu vertheilen, vielmehr mag die Aussicht auf ein einziges, Denken und Sein in sich vereinigendes, mithin die physischen und psychischen Attribute in sich zusammenschließendes Subject vorläufig offen gehalten werden. Allein selbst in diesem Falle, selbst wenn Nichts überhaupt existirte, dem nicht ein, unserer Beobachtung freilich leicht entgehender Grad geistigen Lebens zukäme, selbst dann würde die theoretische Betrachtung von dieser thatsächlichen Vereinigung des Körperlichen und Geistigen keinen unmittelbaren Nutzen ziehen. Nicht im Mindesten würde durch eine solche Annahme die Kluft verengert, die sich zwischen beiden ausbreitet, wir würden im Gegentheil nichts Anderes gewonnen haben, als jene spinozistische Vorstellung einer einzigen Substanz, die auf völlig unbegreifliche Weise zwei absolut getrennte Attribute in sich trägt, aus deren einem der Erkenntniß kein Uebergang in das andere möglich wäre. Nur die Hoffnung bliebe, daß irgend eine beiden Attributen äußerliche Macht sie so gegenseitig verbunden habe, daß mit den Abwandlungen des einen gewisse Modificationen des andern correspondirend verknüpft wären, doch so, daß Qualität und innere Mannichfaltigkeit der letzteren durchaus nur aus dem allgemeinen Charakter dieses, nicht des andern Attributes begriffen werden könnten. Möchte also auch factisch eine solche Einheit vorhanden sein, die theoretische Betrachtung könnte sich ihrer wenigstens am Anfange ihrer Untersuchung nicht freuen, denn wie sehr auch immer zwei

disparate-Kreise von Ereignissen einander bedingen mögen, so wird doch nie der eine in der Art ein Erkenntnißprincip des andern sein können, daß die Erscheinungen des letzteren ihrem vollen Inhalte nach daraus sich ableiten ließen, sondern nur insoweit, daß die Form und der Rhythmus ihres Zusammenhangs in seiner Proportionalität mit den Zusammenhangsformen des anregenden disparaten Kreises aufgezeigt wird. Um dieser Ursachen willen meinen wir, daß die Psychologie allerdings auf dem angeführten Princip als unabhängige Wissenschaft beruht, und daß die Annahme der Seele als eines besonderen Princips zur Erklärung jener Erscheinungen des Bewußtseins unerläßlich ist. Wir äußern aber diese Meinung gerade hier am Anfange unserer Betrachtungen, denn hier allein ist sie gerechtfertigt. Daß eine scharfe Trennung des Geistigen und Körperlichen gegen manche Bedürfnisse unseres Geistes feindselig verstößt, wissen wir recht wohl und theilen die Sehnsucht, die diese Gegensätze in einer höheren Einheit verschmelzen sehen möchte. Aber es ist Thorheit, zu wähnen, daß, was in seiner Wurzel identisch sei, es auch in seinen Zweigen sein müsse. Wir, von der gegebenen Erfahrung beginnend, haben die letzten Ausläufer und Blüthen eines unbekannten Processes vor uns, und hier zeigen uns die Beobachtungen schlechterdings nichts, als ein harmonisches Ineinanderpassen körperlicher und geistiger Erscheinungen, deren keine ihrem Begriffe nach auf die andere zurückführbar ist. Uns bleibt mithin nichts Anderes übrig, als zunächst an dieser Trennung der Principien festzuhalten, und nachdem wir jedes in seiner Weise entwickelt und die Art ihrer Zusammenstimmung überblickt, uns umzusehen, welche Möglichkeit einer höheren Vereinigung sich für diese beiden nun bekannt gewordenen Kreise von Ereignissen denken lassen werde. Dieser Weg der Betrachtung, obgleich derselbe, dem wir sonst in naturwissenschaftlichen Forschungen zu folgen pflegen, ist jetzt der weniger betretene. Anstatt der Klarheit unserer Vorstellungen zu Liebe sorgsam auseinanderzuhalten, was zunächst als zu scheiden sich ankündigt, anstatt die vielen einzelnen Fragen über das Verhältniß des Geistes und des Körpers zu wenigen concentrirten Problemen zu sammeln, aus deren Auflösung auch jenen ihre Entscheidung zukäme, hat man lieber bei den ersten Anfängen der Betrachtung das Verschiedenste zusammengeworfen, und aus einer Einheit beider jener Erscheinungskreise, die man voreilig voraussetzte, oft mit leichtfertiger Keckheit Ansichten entwickelt, denen die ersten Bedingungen logischer Klarheit abgehen, und die sich wesentlicher Ahnungen des Geistes nur bemächtigen, um sie in einer unpassenden Anwendung zu profaniren.

Wir konnten den Ansichten, die Geistiges und Körperliches nicht sowohl identificiren, als von einem gemeinsamen Substrate ausgehen lassen, das dann natürlich an sich weder das Eine noch das Andere sein würde, zunächst nur einen methodologischen Einwurf machen, denn sie stellen an die Spitze der Untersuchung einen dunklen Begriff, der vielleicht als Ergebniß derselben klar gewesen sein würde; es giebt jedoch andere eigentlich sozunennende materialistische Ansichten, denen wir allerdings jede Berechtigung streitig machen müssen. Ausgehend von dem rohesten Augenschein, der uns allerdings nur Nerven mit Hülle und eiweißartigen Inhalt zeigt, und nicht bedenkend, daß vielleicht der Begriff der Materie zu große innere Widersprüche hegt, als daß er die Grundlage für etwas Anderes sicher darböte, sind sie geneigt, körperliche Thätigkeit mit geistiger zu identificiren, oder doch die letztere als ein Nebenproduct der ersten zu fassen, das ohne ein anderweitiges Princip aus ihr hervorgehe. Sollte über die Giltigkeit einer Ansicht der Erfolg ihrer Bemühungen allein entscheiden, so würde diese gewiß einen sehr schwierigen Stand haben. Noch erwarten wir von ihr die Aufklärung, warum eine innere Veränderung des Sehnerven mehr

als solche Veränderung sei, wie sie der Nervensubstanz zustoßend gedacht werden kann, warum sie hier plötzlich die Empfindung leuchtenden Glanzes aus sich erzeuge; noch erwarten wir ferner von ihr den Nachweis, warum eine Bewegung des Nerveninhaltes nicht bloße Bewegung bleibe, sondern das Gefühl eines Strebens oder das Wissen um die Bewegung erzeuge; noch erwarten wir endlich und dies vor Allem, die Nachweisung jenes untheilbaren Nervenpunktes, der zu allen diesen Ereignissen ein ebenso unwandelbares Subject abgeben könne, wie die Seele, die jene Vorgänge in ihr eines individuelles Bewußtsein vereinigt. Obwohl wir daher in solchen Ansichten nicht erfahren, wer oder was da eigentlich empfindet, fühlt und strebt, obwohl Niemand uns nachgewiesen hat, auf welche Weise die physikalische Veränderung des Nerven plötzlich in eine bewußte Empfindung sich umwandelt, so wollen wir doch noch einige Vorwürfe durchgehen, die von dieser Seite der psychologischen Annahme einer eigenthümlichen Seele gemacht zu werden pflegen.

Man sagt, deßwegen, weil räumliche Bewegungen oder chemische Veränderungen unvergleichbar mit Empfindungen und Vorstellungen sind, habe man nicht nöthig, eine besondere Seele zu denken, die durch jene angeregt, diese entwickle; wüßten wir doch, wie häufig der qualitative Gehalt der Erscheinungen auf bloß quantitativen Verhältnissen der bedingenden Gründe beruhe. So entstehe Klang und Licht aus Wellenbewegungen, die an sich weder tönen noch glänzen. Man hört dies unbegreifliche Beispiel nicht selten für jene materialistischen Ansichten anführen[1]), und es ist ganz geeignet, sie zu widerlegen. Allerdings haften jene Erscheinungen qualitativer Art an quantitativen äußeren Bedingungen, aber nie würden sie zu Stande kommen, wenn nicht eben jene Bedingungen und die durch sie erzeugten Veränderungen des Nerven in uns ein anderes eigenthümliches Princip anträfen, an dem sie sich brechen, und das auf sie durch Erzeugung einer Empfindung zurückwirkt, so daß in unserer Auffassung, nie außerhalb ihrer, durch unsere Seele, nie ohne sie, das Qualitative der Empfindung den quantitativen Veranlassungen folgt, ohne aus ihnen allein hervorzugehen. Es ist das Nämliche mit allen anderen solchen Fällen, wo Qualitäten der disparatesten Art auf nur quantitativen Unterschieden beruhen sollen. Sie sind nicht Beispiele aus einem andern Gebiete, die unabhängig von allem Psychischen, die nämlichen Verhältnisse auch in diesem glaubhaft machen könnten, sondern es sind Beispiele, die in dieses streitige Gebiet selbst fallen, und die Wahrnehmung, daß Wirkungen aus Ursachen erfolgen, aus denen unser Denken sie nicht nachconstruirend entwickeln kann, ist daher nicht geeignet, unseren bisherigen Behauptungen entgegengestellt zu werden. Es ist wahr, daß wir nicht im Stande sind, nachzuweisen, warum aus Farbe und Geschmack zweier sich verbindender chemischer Körper die neue Farbe und der neue Geschmack ihres Productes hervorgehen müsse; aber dieses Räthsel ist eben darauf zurückzuführen, daß überhaupt keine physikalische Eigenschaft der Dinge allein uns die Art erklären kann, wie sie uns in unserer sinnlichen Empfindung erscheinen. In dem physikalischen oder chemischen Processe selbst aber hat eine solche Erzeugung ganz disparater Wirkungen nicht stattgefunden. Die frühere Dichtigkeit und Anordnung der Elemente in den beiden zusammensetzenden Körpern ertheilte den Lichtwellen eine bestimmte Art der Bewegung, aus der erst unter Mitwirkung der Seele sich die bestimmte Farbe für uns entwickelte. Ebenso giebt jetzt die veränderte Dichtigkeit und Anordnung denselben Lichtwellen eine andere Modification, die an sich von der vorigen

[1]) Z. B. von Drobisch in einer Recension über Beneke's Psychologie, Gersdorf's Repert. 14. Nov. 1845.

ebenso nur durch mathematische Eigenschaften unterschieden ist. Aber zwischen diesen Lichtwellen und unserer Anschauung liegt die Natur unserer Seele, und wie in jedem Beispiele der Reizbarkeit, bei dem der zwischenstehende Organismus, auf den der Reiz wirkt, dessen Effecte ändert, so geht auch hier aus den veränderten mathematischen Eigenschaften des Reizes nur durch die eigenthümliche Mitwirkung der Seele die qualitativ neue Erscheinung der andern Farbe hervor. Nur in unserer Auffassung also verwandelt sich die stetige, in demselben Elemente quantitativer Unterschiede sich bewegende Veränderung der Objecte in ein sprungweis verschiedenes Auftreten von Qualitäten, die aus den früheren allerdings nicht nachconstruirt werden können, ohne daß wir eben auf dies Mittelglied einer auffassenden Seele zurückgingen, in deren Natur es liegt, auf äußere Veranlassungen die von äußeren Processen völlig verschiedenen Empfindungen zu produciren. Es ist leicht, diese Betrachtungen fortzusetzen und zu zeigen, daß überall, wo plötzlich und unvermittelt neue Qualitäten in der Natur aufzutreten scheinen, das Neue eben nur in unserer Auffassung liegt, während das wahrhaft objectiv Geschehende in demselben vergleichbaren Elemente der Wirkungen bleibt, und daß, wo sprungweise z. B. der Aggregatzustand eines Körpers verändert wird, da doch die bewirkenden Kräfte lange vor dem Maximum vorhanden gewesen sind, nach dessen Erreichung sie für unsere Wahrnehmung auf ein Mal die ganze Form der Erscheinung ändern.

Ein Fall aber ist noch übrig, und da ich selbst an einer andern Stelle ihn angeführt habe, so habe ich hier zu berücksichtigen, ob seine Consequenz nicht gegen die hier geäußerten Ansichten sich kehren lasse. Wenn auch zusammengesetzte Wirkungen sich als analytisch in höheren Gesetzen enthaltene Folgen aufweisen lassen, so finden wir doch, daß die letzten Naturgesetze den Dingen Wirkungen vorschreiben, die nicht in deren Natur und Begriff als nothwendig enthalten gelten können. So wenig wir wissen, wie das räumliche Zugleichsein der Körper die Annäherung derselben hervorbringt, die dem Gesetze der Schwere folgt, so wenig wissen wir vielleicht, wie physikalische Zustände des Körpers die Phänomene des geistigen Lebens bedingen, ohne doch an der Wirklichkeit dieses Bedingtseins zweifeln zu dürfen. Dieser Einwurf, der uns leicht gemacht werden könnte, regt manche andere Betrachtungen an, die hier zuweit führen würden; es ist aber ein Punkt hauptsächlich, der seine Wendung gegen unsere Ansicht entkräftet. Wo einfache Naturgesetze den Körpern gewisse Wirkungen auferlegen, die aus deren Begriffe vielleicht nicht folgen, da haben diese Wirkungen an jenen Körpern wenigstens ein bestimmtes Substrat, an dem sie haften oder von dem sie ausgehen. Jene Annahmen aber, die so gern die geistigen Erscheinungen von bloß körperlichen Ereignissen abhängig machen, sprechen nicht selten so, daß das Subject, dem Empfindung und Vorstellung hier zugeschrieben werden soll, völlig unbestimmt bleibt, als könne aus physikalischen Vorgängen im Körper eine geistige Thätigkeit nur überhaupt entstehen, ohne daß sie irgend einem Subject angehörte, in dem sie erweckt wird. Will man hier consequent sein, so muß man zugeben, daß die Empfindung und Vorstellung demjenigen Elemente zugehört, in dem der körperliche Proceß stattfindet. Dann aber wird man einer Alternative nicht entgehen. Entweder man wird jedes einfache Element der Nervensubstanz als eine körperliche Seele betrachten müssen, die von ihren eigenen Zuständen zwar Kenntniß hat, aber ohne daß sich daraus im Mindesten das eine Bewußtsein der Seele erklären ließe, das wir in uns vorfinden; oder man giebt zu, daß von den Elementen der Nervensubstanz nur eines diesen Vorzug genieße, seine Zustände wahrzunehmen, die übrigen aber nur dazu berufen sind, diese Zustände in einer geregelten Ordnung in ihm zu erwecken.

Im ersten Falle wird man anstatt einer Seele ein System von Seelen haben, das die Probleme der Erklärung zwar unendliche Mal vervielfacht, für die Lösung aber keine weiteren Vortheile gewährt; denn vom Empfinden einer Hirnfaser zu sprechen, würde ebenso wenig zulässig sein, als einem Sandhaufen ein Collectivbewußtsein beizumessen. Im zweiten Falle möchte es zwar vielleicht gelingen, die Individualität des Bewußtseins, die eine gegebene Thatsache ist, zu erklären, aber wir finden uns auch durch Annahme einer einzigen so die übrigen beherrschenden Monade dieser gesammten materialistischen Ansicht entrückt und zu der Forderung eines eigenthümlichen Princips für die geistigen Erscheinungen zurückgeführt, nur mit der Zugabe, daß dieses einige Princip zugleich als eine körperliche Masse angesehen werden soll, die den Vorzug einer zugleich geistigen Natur genieße. Eine weitere Verfolgung der Nothwendigkeit, daß das allen Seelenerscheinungen zu Grunde liegende Substrat eine völlig individuelle Einheit sein müsse, würde wegen der Unverträglichkeit dieser Forderung mit der unendlich theilbaren Natur aller Materie auch diesen letzten Rest verschwinden lassen, und uns überzeugen, daß eins der wesentlichsten Probleme der Psychologie, die Einheit des Selbstbewußtseins, keine Hoffnung habe, ohne Voraussetzung eines eigenthümlichen Erklärungsgrundes gelöst zu werden.

Wir dürfen daher behaupten, daß die Psychologie als abgesonderte Wissenschaft fest beruhen kann auf der Voraussetzung einer eigenthümlichen Seele, welche uns die Unvergleichbarkeit der Seelenerscheinungen mit allen körperlichen Processen und die Einheit des Bewußtseins unerläßlich machen. Indessen kann diese Behauptung nicht in größerer Ausdehnung gelten, als in welcher man überhaupt einzelne Wissenschaften besondere Gebiete behandeln läßt. Ausgehend von der Erfahrung verwickeln wir uns bei der Annahme einer Identität zwischen Körper und Seele sogleich in Mißverständnisse, welche die Auffassung auch der einfachsten Beziehungen zwischen beiden nur trüben könnten. Es scheint uns daher eine methodologische Forderung zu sein, den Gegensatz beider zunächst scharf ausgeprägt zu Grunde zu legen, um die ohne Zweifel zwischen ihnen stattfindende enge Verknüpfung deutlicher beobachten zu können, als wenn sie als etwas sich von selbst Verstehendes ohne weitere Analyse vorausgesetzt würde. Auf diesen Punkt fortwährend zu dringen, scheint mir nothwendig, da er zu häufig vernachlässigt wird; auf die Ergänzung dieser Ansicht aber, bei der wir freilich uns zuletzt nicht befriedigen werden, durch eine Nachweisung der Einheit zwischen Körper und Seele noch einmal hinzudeuten, ist hier weniger nöthig, da ich am Schlusse dieser Betrachtungen darauf zurückkomme. Fehlte überdies Jemandem das Bewußtsein, wie wenig solche dualistische Trennungen das letzte Wort in dieser Sache sein dürfen, so dürfte ich nur auf die in der That häufig sehr treffende Kritik verweisen, die Graban[1]) diesen Ansichten, die er leider für die meinigen hielt, angedeihen ließ, und mit der ich viel vollständiger einverstanden bin, als mit den theoretischen Erklärungsversuchen, die er von dem Standpunkt einer vorausgesetzten Identität zwischen Körper und Seele ihnen gegenüberstellt.

2. Wenn wir nun ferner die Einheit des Bewußtseins als einen Punkt nennen, auf welchen sich die Annahme eines eigenthümlichen Princips für die psychischen Erscheinungen mit Recht stützt, so lassen auch hiergegen mißverständliche Einwürfe schwerlich auf sich warten. Zuerst scheinen die Thatsachen vergessener und dann wieder erinnerter, oder die der scheinbar in verschiedenen Höhen im Bewußtsein schwebenden Vorstellungen selbst darauf hinzudeuten, daß

[1]) Neue Jenaische Literaturzeitung, 15. März 1845 u. ff.

das Bewußtsein nicht für allen seinen Inhalt eine gleich strenge Einheit darbietet, wie für den, der gerade auf dem Höhenpunkte seiner Entfaltung in ihm steht. Es ist jedoch leicht zu sehen, daß es sich hier nur um verschiedene Zustände des einen Princips handelt, und daß eine Vorstellung, die dem Bewußtsein entgangen ist, nicht als Vorstellung einem andern Subjecte sich zugewendet hat, sondern an demselben Subjecte verbleibend sich aus einer Vorstellung in einen andern Zustand desselben umgewandelt hat. Von dieser Seite, wie sich dies später erweisen wird, dürfte mithin keiner der körperlichen Theile der Seele zu substituiren sein, denn keiner von ihnen würde eher eine untheilbare Einheit darstellen, als bis man ihn allen Grenzen sinnlicher Wahrnehmung entrückt, und eben zu einem untheilbar und raumlos Seienden gemacht hat, das ohne Gestalt zu besitzen, doch recht wohl seinen bestimmten Ort im Raume hat. So umgeändert aber ist dies nicht der Begriff eines Materiellen mehr, sondern eines Seienden überhaupt, und ein solcher zwar, unter den auch eine psychologische Ansicht ihren Begriff der Seele subsumiren könnte. Allein es giebt Viele, die da glauben Einheiten machen zu können. Das Parallelogramm der Kräfte ist der verführerische Satz, dessen gewöhnlicher etwas laxer Ausdruck solche unerfüllbare Hoffnungen erregt. Zwei Bewegungen sollen eine dritte nicht minder einfache erzeugen, als sie selbst waren. Warum sollen nicht die vielen Thätigkeiten der Hirnfasern zuletzt eine resultirende Thätigkeit hervorbringen, die, so lange ihre componirenden Elementarkräfte nur aushalten, immer in derselben Weise regenerirt wird und uns so den Schein eines untheilbar einen Princips geben kann, von dem sie abhinge? Ich sagte oben, daß der laxe Ausdruck jenes Gesetzes solche Hoffnungen errege. Das Parallelogramm der Kräfte bedeutet nur: wenn auf einen und denselben Punkt zwei Bewegungen einwirken, ertheilen sie d i e s e m Punkte eine resultirende, an sich aber einfache Bewegung. Diesen Punkt läßt jenes Raisonnement weg. Nicht irgend einem sich gleichbleibenden Substrate sollen die Hirnfasern eine resultirende Bewegung mittheilen, sondern ihre Thätigkeiten sollen überhaupt nur Resultanten bilden, ohne Voraussetzung solchen Punktes. Da nun Bewegungen nicht an sich existiren können, sondern nur Bewegtes, so muß man sich doch nach einem Subjecte umsehen, das diese Resultanten an sich trägt. Dies könnten nach dieser Ansicht nur die Theile sein, deren Thätigkeiten die Resultanten hervorbringen, d. h. die Hirnfasern. So wie zehn verschiedene Wasserströme, die sich treffen, ihren eigenen Theilchen freilich eine resultirende Bewegung geben werden, so würden auch die Hirnfasern, wenn nämlich die Bedingungen danach wären, allen ihren Theilchen resultirende Thätigkeiten durch ihre gegenseitigen Einwirkungen verleihen. Davon wäre die Folge etwa, daß jetzt viele Wassertheilchen, die sonst entgegengesetzt strömten, nach gleicher Richtung strömen, aber Niemand wird erwarten, daß sich nun auf ihrem Schaume plötzlich ein resultirendes Individuum werde erblicken lassen, welches diese Bewegungen von tausend Theilchen in einem Bewußtsein vereinigt. Um ohne weiteres Bild zu sprechen; nach Analogie des Parallelogrammes der Kräfte folgt wohl, daß verschiedene Zustände e i n e s u n d d e s s e l b e n untheilbaren Substrates sich in einen Collectivzustand desselben zusammensetzen, aber nicht daß die Thätigkeiten von hundert verschiedenen Theilen eine für sich bestehende Resultante geben, die gar nicht an einem bestimmten Substrate haftete, auf welches die zusammensetzenden Thätigkeiten einwirkten.

Ist daher in neuerer Zeit geäußert worden, daß der Begriff der Seele ganz auf dieselbe fehlerhafte Art gebildet worden sei, wie der der Lebenskraft, so muß ich dieser Annahme, so wie dem gesammten tumultuarischen Bemühen, psychische Erscheinungen aus bloß organischen Gründen herzuleiten, entschieden

widersprechen. In dem leiblichen Leben liegt nichts vor, als eine Reihe von Erscheinungen, die an verschiedene einzelne deutlich erkennbare Substrate gebunden sind, und die allerdings einen zusammenstimmenden Plan zeigen den sie der bestimmten Disposition der wirkenden Theile verdanken. Das Leben als eine Resultante verschiedener einfacher Kräfte anzusehen, haben wir daher allerdings ein Recht; denn die einzelnen Theile desselben vertheilen sich auch in der That an verschiedene Substrate, das ganze Leben aber gehört auch nur als Form des Ablaufs einer Erscheinungsreihe dem Ganzen des zusammengesetzten Körpers an. Gerade hier findet das Statt, was wir oben an dem Beispiele des Wasserstrudels dem geistigen Leben gegenüberstellten; die Resultante aus den Wirkungen einzelner Theile fällt auf sie selbst und auf andere Theile, und die Einheit, die sich zeigt, ist nur eine solche, die unsere Betrachtung dem zusammengesetzten Ergebnisse zuschreibt.

3. Anders als mit diesen eben betrachteten zwei Zügen des Seelenlebens verhält es sich mit dem dritten, mit der eigenthümlichen freien Lebendigkeit, die der Seele so zugeschrieben wird, daß sie Bewegungen anfange, zu denen sie durch keinen vollständig zwingenden Grund genöthigt werde, wie die übrigen unbeseelten Dinge. Dieser Zug ist keine Thatsache der Erfahrung, sondern eine Annahme. Die Reihe der Erscheinungen zeigt uns in mancherlei Abstufungen bald Wirkungen, deren sämmtliche Voraussetzungen deutlich in unsere Beobachtung fallen, und welche uns eben deßwegen als ganz durch diese nach allgemeinen Gesetzen bedingte Folgen sich darstellen; bald aber auch Dinge, deren innere uns unbekannte Organisation, nicht minder bestimmten Gesetzen zufolge, sehr mächtig die von außen ankommenden Eindrücke modificirt, so daß uns nur eine Endwirkung zu Gesicht kommt, die mit dem bekannten Theile der Bedingungen, nämlich den äußeren Eindrücken, nun nicht mehr nothwendig zusammenhängend scheint. Diese Phänomene der Reizbarkeit nun zeigen sich denn auch in den beseelten Wesen und es würde ein Fehlschluß sein, wenn wir, unbekannt mit den vielfältigen Gründen, die in der Organisation der Seele einem geschehenen Eindrucke neue Richtungen geben können, Resultate, deren Bedingungen uns entgehen, für unbedingte und freie ansehen wollten. Wenn daher dieser Charakter des Beseelten theoretisch gewiß nicht gerechtfertigt ist, so können wir ihn dagegen als ein vielleicht nothwendiges Postulat anderer, nämlich moralischer Bedürfnisse ansehen, und es würde ihm dann, zwar nicht bei dem Anfange unserer Betrachtungen, wohl aber bei der Gestaltung ihres Endergebnisses sein Gewicht zu lassen sein. Die Schwierigkeiten, die der Begriff der Willensfreiheit mit sich führt, sind zu groß, als daß wir auf ihn unsere weiteren psychologischen Ansichten bauen möchten; allein, obwohl über diesen Punkt hier noch gar keine Entscheidung zu geben ist, so würde es mir doch leid thun, wenn ich mir durch diese Ablehnung den Schein gäbe, vielverbreiteten Ansichten zu Liebe die Wichtigkeit auch dieser Betrachtung zurückzusetzen. Man hat es oft ausgesprochen, und ich habe diesen Vorwurf speciell gegen mich erfahren, daß Rücksichten auf die Freiheit des Willens, deren wir zu bedürfen glauben, uns am wenigsten abhalten dürften, die durchgängige Abhängigkeit der Seele vom Körper anzuerkennen; daß dagegen die Beschwichtigung jener moralischen Bedürfnisse dem Glauben zu überlassen sei. So lebhafte Aussprüche sollten wenigstens bedenken, daß jene Abhängigkeit nichts weniger als bewiesen ist, und daß auch ohne diese verurtheilte Rücksicht auf ethische Anforderungen den materialistischen Annahmen bisher noch nie erledigte Hindernisse entgegenstehen. Was aber jenen Glauben betrifft, so erkenne ich wohl einen an, der Lücken unserer Erkenntniß ausfüllt, aber nicht einen, der das wahr macht, was jener widerspricht, und ich

kann der Leichtfertigkeit, welche die Auflösung harter Widersprüche sorglos ihm zuschiebt, nur die Worte eines Dichters entgegensetzen, daß Anderes wissen, Anderes glauben, ein dummes Spiel sei. Auch dies ferner kann ich nie zugeben, daß überhaupt jene moralischen Rücksichten der Behandlung dieses Gegenstandes fremdartig seien. Alle wissenschaftlichen Untersuchungen müssen sich zuletzt einer gesammten Weltansicht unterwerfen, und nie dürfen wir einer Wissenschaft gestatten, ihre Lehren so auszubilden, daß sie zwar erträglich in sich zusammenstimmen, aber nach einer Richtung auslaufen, in der sie andere ebenso wesentliche Bedürfnisse nie befriedigen können. Ich mache den Anspruch, daß der untersuchende Geist bei jedem auch noch so unbedeutenden Gegenstande mit seinem ganzen Wesen thätig sei und alle seine Anforderungen, nicht die theoretischen allein, geltend mache, so daß die Ergebnisse der Wissenschaft, wo sie nicht den gesammten Menschen zu befriedigen vermögen, ihm wenigstens den Weg zu weiterer Befriedigung nicht versperren. Auch in naturwissenschaftlichen Untersuchungen sollen wir nicht von einem bloß theoretischen Bedürfnisse, wie die niederen Thiere von einer einseitigen Instinctidee, getrieben werden, sondern bedenken, daß bei allen von dem Gegebenen zu seinen Gründen aufsteigenden analytischen Untersuchungen wir zu einer Mehrheit möglicher Erklärungsgründe gelangen, von denen nicht der erste beste, der sinnlichen Anschauung nahe liegende sogleich festzuhalten, sondern der zu wählen ist, dem auch unsere ästhetischen und ethischen Bedürfnisse zustimmen. Denkenden Hirnfasern mögen solche Forderungen unhaltbar erscheinen, Geister aber werden ihnen beistimmen. Wie wenig es daher auch in der Richtung unserer Zeit liegen mag, und wie sehr sich selbst eine neuere psychologische Schule bemüht hat, durch täuschende Reden uns eine Frage vergessen zu machen, für die sie keine Antwort hatte, so gestehe ich dennoch hiermit ein, daß solche Rücksichten auf die Bestimmung des geistigen Lebens für mich etwas gelten, und daß ich in einer sie verletzenden Ansicht eher einen Fehler der Erkenntniß vermuthen werde, als ich mich dazu entschließe, sie ihr aufzuopfern.

Diesen Bemerkungen haben wir nun noch einen schon oben angedeuteten Punkt hinzuzufügen. Wir glauben kein Recht zu haben, für die Erklärung des Vorstellens, Fühlens und Strebens ein Princip voraussetzen zu dürfen, dessen ganze Natur eben nur darin bestünde, auf äußere Veranlassungen diese Erscheinungen in sich zu erzeugen: wir müssen vielmehr annehmen, daß diese Fähigkeit einem Inhalte zukomme, der für sich schon charakterisirt ist, und keineswegs in allen Fällen der nämliche zu sein nöthig hat. Der Name Seele bezeichnet mithin für uns keine abgesonderte Gattung von Substanzen, anderen Gattungen entgegengesetzt, vielmehr ist er nur ein phänomenologischer Ausdruck, und bedeutet jedes uns übrigens noch unbekannte Substrat, insofern es im Stande ist, die angeführten Phänomene hervorzubringen. Wollten wir voraussetzen, daß allen Beispielen beseelten Lebens überall gleichartige Wesen, deren ursprüngliche Function etwa nur im Vorstellen bestände, zu Grunde lägen, so würden wir nicht nur etwas alle Erfahrung Ueberfliegendes annehmen, sondern die innere Leerheit und Bestimmungslosigkeit solcher Wesen dürfte uns vielleicht in der Erklärung der Verhältnisse, nach denen ihre einzelnen Thätigkeiten zusammenhängen, öfters hinderlich sein, und wir würden nominalistisch einem Begriffe, der zunächst sich uns nur zur Bezeichnung einer Würde gebildet hat, eine reelle Giltigkeit beilegen, die dem noch unbekannten Würdenträger zukommt. Welches nun aber die Subjecte sind, die jene Erscheinungen des Seelenlebens in sich erzeugen, dies ist ein Gegenstand einer ganz andern Untersuchung und die Grenzen des Seelenreiches bleiben vor der Hand nach zwei Seiten völlig un-

bestimmt. Zuerst insoweit, als uns die Erfahrung keine Beobachtung eines sich nicht äußernden, dennoch aber vielleicht vorhandenen Seelenlebens gestattet. Solcher Vermuthung kann den Phantasien, welche Pflanzen, Steinen und Weltkörpern ein geistiges Leben zuschreiben, hier nicht Schweigen auferlegt werden, sondern erst die Resultate der Betrachtung können zeigen, welche Wahrscheinlichkeit der Gedanke einer so weiten Verbreitung des dann genauer bekannten Seelenlebens haben mag. Aber auch andererseits in den Gegenständen, die uns für beseelt gelten, bleibt die Frage übrig, welche von ihren Erscheinungen von diesem Attribute der Geistigkeit, welche aus anderen Quellen abzuleiten sind. Obgleich nämlich nur wenige Ereignisse uns zur Annahme einer Seele auffordern, so kann doch außer ihnen noch Manches, was nicht ebenso deutlich dazu aufforderte, später sich von der Wirksamkeit des nämlichen Princips mit abhängig zeigen. Und so muß auch die Beurtheilung jener anderen Ansichten, die die Seele zugleich als Lebensprincip des Körpers betrachten, dem weiteren Verlaufe der Untersuchung überlassen bleiben.

Aus diesen Gründen allein schon, die sich leicht durch andere verstärken ließen, geht die Ueberzeugung hervor, daß unmöglich der anscheinend einfachste Weg, zuerst in einer empirischen Psychologie sämmtliche Seelenerscheinungen zu ordnen, um sie später einer erklärenden Theorie zu unterwerfen, eingeschlagen werden kann. Auch ist dieser Weg in keiner der Wissenschaften eigentlich verfolgt worden, denen es bis jetzt gelungen ist, bestimmte theoretische Erklärungsgründe zu finden. Sie haben die letzten vielmehr gefunden, zu einer Zeit, wo noch lange nicht die Thatsachen sämmtlich bekannt waren, die auf sie begründet sind. Auch hier geht es uns ähnlich. Die psychologische Erfahrung ist so beschränkt, daß es uns selten gelingt, zu unterscheiden, was als ursprüngliches, was als abgeleitetes Ereigniß aufzufassen sei; denn wir wissen fast nichts von dem werdenden Bewußtsein, und nicht allzuviel von dem gewordenen. Auf eine große Anzahl von Thatsachen pflegen wir ohnehin erst aufmerksam zu werden durch Hypothesen, die ihrem Vorhandensein Werth geben. Es wird daher zwar an die Erfahrung angeknüpft werden müssen, aber doch nur an ihre hervorragenden, sicheren Spitzen; von ihnen aus müssen wir uns eine Ansicht über die Seele feststellen, um aus dieser zurückschreitend den Umfang und die näheren Gesetze ihrer Thätigkeit auch in dem übrigen Gebiete der Beobachtungen zu finden. Diese Ueberlegungen aber führen uns zur Beantwortung der zweiten oben angeregten Frage: welches die Bedürfnisse sind, die eine psychologische Erklärung befriedigen soll?

B. Man kann dieser Bedürfnisse drei anführen. Das erste wird befriedigt sein, wenn wir den gegenseitigen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen den einzelnen Seelenerscheinungen in unsere Gewalt bekommen, und die Art und Weise jedes Geschehens, den Eintritt jedes einzelnen Ereignisses aus den gegebenen Umständen vorauszusagen vermögen. Eine solche Aufgabe, die nur ein praktisches Ziel der Kenntniß nicht der Erkenntniß ihres Gegenstandes hat, wird jegliche Fiction vertragen, die nur der Erfahrung angepaßt wird, und sie wird aus den Beobachtungen ihre allgemeinen Gesetze durch Hypothesen entwickeln können, die sich noch gar nicht auf die wirkliche Natur der Seele zu stützen nöthig haben. Ganz ähnlich, wie so häufig in der Physik, ist hier nur das Resultat Wahrheit, das Gerüst der Hypothesen zu seiner Gewinnung aber ein im Ergebnisse wieder zu vergessender Weg. Die theorische Astronomie bietet ein Beispiel solcher Erläuterungen, bei denen man sich im Allgemeinen auf die Ueberzeugung stützt, daß ein regelmäßiges Geschehen sich von allen möglichen Standpunkten, nicht bloß

von seinem inneren Mittelpunkte aus, regelmäßig zeigen werde, obwohl die scheinbaren Gesetze, die es für einen zufälligen äußerlichen Standpunkt beherrschen, sehr abweichen können von den wahren, die diesen regelmäßigen Schein bedingen. In der Psychologie, deren therapeutische und pädagogische Anwendungen den Besitz solcher wie immer gewonnener Abhängigkeitsgesetze der einzelnen Erscheinungen sehr wünschenswerth machen, hat man nach zwei Seiten hin etwas Aehnliches aufzuweisen. Zuerst haben die Theorien über die Seelenvermögen die allgemeinen Gewohnheiten des Ineinandergreifens der Thätigkeiten darzustellen versucht, unvollkommen allerdings, da sie jene Vermögen nur von der Qualität der Ereignisse im Seelenleben abstrahirten, nicht von den Gesetzen ihrer Wirkungen. Aber den unvollkommnen Anfängen gegenüber ließe sich eine vollkommnere empirische Psychologie denken, die auch die Gesetze jener scheinbaren Vermögen berücksichtigte. Dann aber ist namentlich die physiologische Seite der Psychologie Gegenstand solcher Auffassung. Hier ist es uns zunächst unmöglich, den causalen Zusammenhang körperlicher und geistiger Begebenheiten in seinen Einzelheiten zu verfolgen, und wir müssen uns begnügen, wenn wir die einen als Veranlassungen kennen lernen, denen die anderen nach allgemeingiltigen Gesetzen folgen, gleichviel, welches der innere Vermittelungsgang ist, der dem letzten Ergebnisse gerade diese Gesetze der Proportionalität zubringt. Auf eine solche Auffassungsweise, die wie die Hippokratische, beobachtend das Zusammengehörige zusammenstellt, ohne auf den Nerv seines Zusammenhangs grübelnd einzugehen, deuten Aeußerungen, die wir neuerdings wohl ausgesprochen sehn und nach denen es sich nicht darum handelt, die Eigenthümlichkeiten der Seelenthätigkeiten zu erklären, sondern nur nachzuweisen, an welche Bedingungen zum Beispiele an welche Thätigkeit körperlicher Organe sie geknüpft sind. Ohne Zweifel ist nun die Aufsuchung dieser organischen Bedingungen, deren Vorhandensein wohl Niemand je geleugnet hat, ein sehr wesentlicher vorbereitender Theil der psychologischen Untersuchungen, denn aus ihnen allein läßt sich der Gang der Entwicklung begreifen, den die Thätigkeiten der Seele in jedem einzelnen Falle nehmen können. Nichts desto weniger würde man, wollte man sich einzig auf sie beschränken, das eigentliche Gebiet der Psychologie umgehen. Ueberall zwar ist die Auffindung zusammengehöriger Ereignisse und die Aufstellung der Proportionen, in denen das eine in seinen Veränderungen sich nach denen des andern richtet, die erste Quelle weiterer Untersuchungen, aber ihr Ziel kann nur darin bestehen, eine so thatsächlich gegebene Verkettung auf ihre inneren Motive zurückzuführen.

Kennt man mithin die Gesetze der Erscheinungen, so verlangt man doch immer auch zu wissen, wie die Natur der Seele dazu komme, sich ihnen zu fügen. Man wird daher forschen müssen, wie diese Seele gedacht werden müsse, damit aus ihr sich jene Gesetze ableiten lassen, die man unter wenige einfache Gesichtspunkte zusammengefaßt hat. Dies ist die eigentliche Aufgabe der Erklärung, dieselbe, welche Newton für die angesammelten Erfahrungen über die Gesetze physischer Kreisbewegungen gelöst hat. Sie ist ohne Zweifel die, welche die meisten Schwierigkeiten umfaßt, und vielleicht nie endende Widersprüche erfahren wird. Denn hier kommt es nicht allein darauf an, irgend eine Fassung des Begriffs der Seele aufzustellen, die jenen Forderungen der Beobachtung Genüge thut, sondern dieser Begriff kann nur aus der kleineren Anzahl derjenigen gewählt werden, die gleichzeitig jene, aber auch unsere metaphysischen Voraussetzungen über die Natur der Dinge befriedigen. Hier aber haben nicht bloß die Verschiedenheiten metaphysischer Ansichten

Einfluß, sondern ihnen allen gegenüber machen sich auch Meinungen geltend, die überhaupt auf keinem metaphysischen Standpunkte stehen, indem sie bald das Unklarste von Allem, die Materie zum Princip der Erklärung machen möchten, bald sich unzufrieden zeigen, wenn die Psychologie keinen Begriff der Seele zu gewähren vermag, der ebenso viel palpable Anschaulichkeit besitze, wie die sinnlichen Dinge, auf deren übel begründete selbstständige Realität wir so oft, an die Erfahrung gewöhnt und von ihr geknechtet, auch das Uebersinnliche zurückführen möchten. Wir haben ausführlicher später diese Zweifel zu erörtern und begnügen uns hier mit der Aufforderung, daß man bei jeder Frage, was die Seele sei, sich erst den Inhalt jenes Was im Allgemeinen deutlich mache, nach dessen Gewährung man sich für befriedigt erkennen will.

Auch diese Betrachtungsweise bildet keine abschließende Ansicht. Man würde durch sie nur, um die Forderungen der Erfahrung zu befriedigen, zu Annahmen über die Seele und zu dem Zugeständnisse ihrer Existenz kommen, ohne daß diese Thatsachen sich gleichzeitig als in dem Zusammenhange der Dinge nothwendig geforderte darstellten. Die neuere Zeit hat nicht bloß in der Philosophie, sondern namentlich auch in den medicinischen Auffassungen der Psychologie sich sehr häufig mit Vorliebe dieser Aufgabe zugewandt, nicht bloß aus der factisch vorhandenen Natur der Seele ihre weiteren Entwicklungen zu folgern, vielmehr jene Existenz selbst und damit zugleich alle weiteren secundären Folgen aus ihr, von einer höchsten, alle Erscheinungen überhaupt beherrschenden Idee herzuleiten. Es ist begreiflich, daß solche Tendenzen sich immer großer Theilnahme erfreuen werden. Nicht nur gehen sie von einer Voraussetzung durchgängiger Vernünftigkeit in den allgemeinen Grundzügen der Erscheinungen aus, und werden damit immer einem Bedürfnisse des Geistes entgegenkommen, der sich nie durch Anerkennung eines bloß factisch gegebenen und deßwegen unabänderlichen, aber in sich selbst noch nicht bedeutungsvollen Zustandes befriedigt fühlt; sie versprechen vielmehr auch methodisch einen sichereren Weg zu zeigen. Indem sie nämlich gedenken, jenen wahrhaft werthvollen Inhalt, der die wesentliche Bedeutung der Welt bildet, in seinem ganzen Reichthum hinzustellen, und aus ihm die nothwendigen Vorbedingungen rückwärts aufzufinden, die erfüllt sein müssen, wenn er selbst verwirklicht gedacht werden soll, so würden sie dadurch zuerst die Nothwendigkeit von Erscheinungsformen nachweisen können, die ein bloß regressives von der Erfahrung anhebendes Verfahren auch nur als Thatsachen hinnehmen könnte. Aber außerdem würden sie den zweiten Vortheil noch besitzen, indem sie von der Seite der Maschinerie gewissermaßen eintreten, sogleich den vollständigen und in sich abgeschlossenen Begriff der Seele zu finden, aus dem alle einzelnen Theile, wie aus einem erzeugenden Mittelpunkte abzuleiten sein würden, während wir regressiv von der Erfahrung ausgehend, nur stückweis diesen Begriff aufbauen, nach den vereinzelten Anforderungen, welche diese an seine Natur macht, wobei wir nie eigentlich mit Gewißheit uns eines vollständigen Erfassens versichert halten können. Wir gestehen bereitwillig dieser progressiven Methode alle diese Vortheile zu; denn warum sollte einer Theorie, der es gelungen wäre, den absoluten Weltinhalt in einer demonstrablen Form der Erkenntniß vorzuführen, nicht auch die Lösung dieser verhältnißmäßig viel untergeordneteren Probleme gelingen? Nur daran zweifeln wir, daß eben jene erste ungeheure Bedingung je anders als in einer gewissen ästhetischen Evidenz sich wird erfüllen lassen, die zwar wohl in ihrer Gewißheit, aber nicht in dem Reichthume ihres deutlich ausgeprägten

Inhaltes hinreichen würde, um so bestimmte Probleme der Erkenntniß auf si
zu basiren. Wenn wir daher auch dieser Betrachtungsweise gern ihr Wo
vergönnen werden, so sollen doch derartige Ueberlegungen nicht für eine a
schließende positive Wahrheit gelten, und wir glauben uns dadurch gera
in eine bessere Lage zu versetzen, als die, die für jene ästhetische Anscha
ung nur arme theoretische Begriffe aufstellen und dann doch verlangen, da
die Begeisterung für jene sich auf diesen oft so sehr unadäquaten Ausdru
übertragen soll.

Nach dieser vorläufigen Betrachtung der Aufgaben kann begreiflich un
sere Untersuchung nur von dem ausgehen, was zu ihr auffordert; wir sehe
daher nicht bloß von allem Unbelebten ab, sondern auch von denjenige
Processen des Lebendigen, die über die Erklärungsprincipien der Naturwisse
schaften hinaus keine neuen verlangen. Sie muß ferner von dem ausgehe
was wir wissen, nicht von dem, was wir durch solches Wissen unterstüt
errathen; wir sehen deßhalb zuerst von der Thierwelt ab, und halten uns a
den Menschen, dessen innere Erfahrung allein uns zugänglich ist. Endli
muß sie ausgehen von dem, was anderen ausgebildeten Begriffskreisen nah
liegt, um von hier aus das Unbekannte zu finden. Wir lassen daher zuer
den Einfluß bei Seite, den in den verschiedensten Fällen die specifische Natu
der Seele auf die Qualität der inneren Ereignisse haben mag, und frage
zuerst nach den physiologischen Bedingungen, unter denen physische Erschei
nungen zum Vorschein kommen. Wir werden dann die Grenzen bezeichne
können, innerhalb deren bloß physiologische Erklärungen nicht mehr ausrei
chen und die theoretischen Meinungen über die Natur der Seele prüfen; end
lich uns in einem letzten Abschnitt gestatten, die Ueberlegungen anzuführe
die etwa nach der dritten eben erwähnten Betrachtungsweise fähig sind, di
zuerst nothwendige Trennung zwischen Seele und Körper zu versöhnen [1].

II. Die Qualitäten der Empfindungen.

Aufnahme äußerer Eindrücke durch die Sinnesorgane, mannichfaltig
innere Verarbeitung derselben durch die eigenthümlichen Kräfte der Seel
und Aeußerungen der Ergebnisse dieser Umwandlung in den willkürliche
Bewegungen, bilden die drei Haupttheile des der Beobachtung geöffnete
Gebietes psychischer Ereignisse. Wir versuchen zuerst, dem nach innen ge
henden Zuge der Vorgänge zu folgen, und die Umstände darzustellen, di
bei allen Empfindungen von gleicher allgemeiner Wichtigkeit sind, und theil
ihre einfache Qualität, theils die Verbindung verschiedener qualitative
Elemente betreffen.

1. So weit die Erfahrung zuverlässige Thatsachen darbietet, wird allen
halben die Reihe verschiedener Vorgänge, die sich bei der Entstehung de
Empfindungen entwickeln, durch Veränderungen der äußeren physikalische
Welt eingeleitet, die auf irgend eine Weise sich mit mechanischen Effecte
bis an den lebendigen Körper verbreiten. Selbst die schwankenden Erzäh
lungen über die Fähigkeiten der Magnetisirten werden doch nicht sowohl zu
Begründung eines unmittelbaren, unveranlaßten Wissens benutzt, als vielmeh

---

[1]) Es werden hierbei die Punkte, welche in der vorangegangenen Abhandlung üb
Psychologie und Psychiatrie von Hagen eine weitere Erläuterung durch Be
spiele schon erfahren haben, nur kurz berührt werden, und auch dies hauptsäc
lich nur, wo sie zu dem Zusammenhange dieser Abhandlung nothwendig gehöre
oder wo diese eine andere Betrachtungsweise der dort angewandten entgegense
möchte.

auf eine das gewöhnliche Maß weit überschreitende Feinheit der Empfänglichkeit für diese äußeren Reize zurückgeführt. Sehen wir nun in der Thierwelt, die uns das einzige überzeugende Beispiel des Seelenlebens giebt, allenthalben ein eigenthümlich angeordnetes System diesen Reizen entgegenkommen, so müssen wir glauben, daß die Verbindung der Seele mit dem Körper eine Concentration der in dem letzteren zerstreut entstehenden Eindrücke zu einer engeren räumlichen Annäherung nöthig machte, und in der That sehen wir wenigstens bei höheren Thieren, an denen allein solche Beobachtungen unzweideutig zu machen sind, daß die Empfindung erst erfolgt, wenn die durch den äußeren Reiz in den Nerven gestifteten Veränderungen bis zu den Centraltheilen des Nervensystemes fortgeleitet worden sind. Wir müssen daher diese Leitung als eine nothwendige physiologische Bedingung der Empfindung anerkennen, obwohl die Frage, auf welche Weise diese Bedingung ihr Bedingtes erzeugen mag, vor der Hand wenigstens unbeantwortet bleiben muß.

2. Um klar zu sehen, was bei allen Empfindungen vor sich geht, haben wir mehrere Theile dieses ganzen Processes von einander zu trennen. Zuerst finden wir die ursprüngliche äußere Veranlassung, die immer in einer physikalischen Veränderung und meistens in einer Bewegung besteht, gegen deren Eindringen sich der Körper zunächst passiv verhält, während ältere Meinungen vielmehr den Sinnesorganen diese hinauswirkende Kraft zuschrieben, ein in Ruhe befindliches Object der Wahrnehmung zu erfassen. Wie weit nun diese ersten Processe, die Undulationen des Lichtäthers, die Schallwellen der Luft, die Eindrangsgeschwindigkeit stoßender Körper u. s. w. sich unverändert in die Tiefe des Leibes fortsetzen mögen, oder wie bald sie durch die Structur des Organs, auf welches sie treffen, in anders geformte Processe umgewandelt werden mögen, ist nicht überall zu entscheiden. Aber es ist um des Späteren willen hervorzuheben, daß der Effect, den derselbe Reiz auf zwei verschiedene Nerven ausüben kann, ohne Zweifel schon sehr durch die Construction des zwischenliegenden Gewebes und der Nervenendigung selbst mitbestimmt wird. Lichtwellen und Schallwellen, könnte man sie auch beliebig auf einen Nerven wirken lassen, der zu ihrer Aufnahme nicht bestimmt ist, würden doch in diesem nicht die Spannung der letzten Endigungen finden, die auf eine eigenthümliche Weise im Opticus und Acusticus hergestellt ist, und dem Reize überhaupt erst jene Art des Zugangs sichert, durch welche allein er die bestimmten Nervenprocesse erregen kann, die der Farben- oder Tonempfindung zu Grunde liegen. Mit Gewißheit aber können wir annehmen, daß wenigstens beim wirklichen Eintritt in das Nervensystem eine Umwandlung der äußeren Reize in eine andere, zum Theil vielleicht einfachere Form der Veränderung stattfinde. Denn der wenig gespannte, halbflüssige Nerveninhalt würde für die meisten der ihn treffenden Reize, wenn sie in ihrer ursprünglichen Gestalt ihn durchlaufen sollten, ein unpassender Leiter sein.

3. Gerade daß das Nervensystem in seinen verschiedensten Verzweigungen, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, dieselbe Structur und Mischung hat, scheint darauf hinzudeuten, daß die Nervenprocesse, die nach dem Vorigen den äußeren Reizen nicht ähnlich zu sein brauchen, noch eine bei weitem engere Verwandtschaft unter einander besitzen. Die Natur scheint in den Centralorganen nicht eine Menge qualitativ verschiedener Processe ansammeln zu wollen, wir können im Gegentheil meinen, daß sie den verschiedensten Reizen doch nur durch Modificationen eines und desselben Nervenprocesses antworte, und diese homogenen Elemente später zu weiterer Zusammenwirkung concentrire. Nach einer solchen Ansicht braucht der Zustand des

Gehörnerven während seiner Empfindung von dem des Sehnerven während der seinigen nicht so unvergleichbar verschieden zu sein, wie etwa Ton und Farbe von einander abweichen, ja nicht einmal so weit, als Lichtwellen von Schallwellen sich unterscheiden, sondern zwei näher mit einander vergleichbare und enger zusammenliegende Modificationen desselben Processes können die physiologische Grundlage für jene verschiedenen Empfindungen werden. In wieweit diesem allgemeinen Gedanken eine bestimmtere Wahrscheinlichkeit gegeben werden kann, wollen wir späterhin zu zeigen versuchen.

4. Welches aber auch dieser Proceß sein mag, jedenfalls kommt er hier für uns nur insofern in Betracht, als er in irgend einer physikalischen oder chemischen Veränderung besteht, die sich in dem eiweißartigen Inhalte des Nerven weiter zu verbreiten vermag, ein Vorgang also, der so wenig schon Empfindung ist, als der äußere Reiz, von dem er ausging. Man hat viel davon geträumt, daß der Nerv nicht bloß Leiter eines mechanischen, später die Empfindung erzeugenden Vorganges sei, sondern daß er als lebendiger Theil des Körpers, während der Leitung seine eigenen Zustände selbst empfinde. Allein, zugegeben selbst, daß zwar nicht der Nerv als Aggregat mannichfaltiger Theile, sondern daß diejenigen einzelnen Molecüle, die allenfalls hier als Repräsentanten der Individualität gelten könnten, ihre inneren Zustände empfänden, so wäre doch das Bewußtsein dieser kleinen concatenirten Seelen ebenso bedeutungslos für unser individuelles Bewußtsein, als in der Gesellschaft eine nie sich äußernde Ansicht im Innern eines Gemüths für die Aufklärung eines andern ist. Es müßte mithin wenigstens diese Empfindung des einen Molecüls sich als eine mittheilende Kraft erweisen, die in dem nächsten und so fort in der ganzen Reihe die nämlichen Empfindungen hervorriefe. Nun könnte man zwar meinen, daß diese Fortpflanzung der Empfindung ohne weitere mechanische Vermittelung durch einen sympathetischen Rapport zwischen ihnen stattfinde, aber dann sieht man wenigstens nicht, warum nicht unsere individuelle Seele dieselbe Vergünstigung genießen solle, die Dinge durch ein mechanisch unvermitteltes Wissen anzuschauen, warum vielmehr sie allein dieser vorgängigen Verdauung durch das Bewußtsein der Nervenmolecüle bedürfe. Es bleibt mithin nichts übrig als anzunehmen, daß durch eine Mittheilung seiner mechanischen Zustände jeder Theil im nächsten dieselben mechanischen, und secundär jene vorausgesetzten psychischen Zustände erwecke; d. h. die ganze Annahme solcher Nervenempfindungen fällt als eine für die Erklärung unserer Empfindung ganz nutzlose und durch keine Erfahrung jemals zu begründende Hypothese aus unserer Betrachtung wieder aus. Ihre sonstige Glaubwürdigkeit würde der Frage nach der Ausdehnung des Seelenreichs unterzuordnen sein. Hier aber können wir den Nervenproceß nur als einen rein physikalischen Vorgang berücksichtigen, der an sich mit der Natur der Empfindung, zu deren Hervorrufung er dient, ebenso wenig Vergleichbares hat, als die Bewegung der hölzernen Taste mit dem Klange, der ihr entspricht.

5. So weit wir nun auch diesen Vorgang in das Innere des Körpers verfolgen, niemals werden wir einen Ort finden, an dem wir seiner Transsubstantiation in eine bewußte Empfindung zusehen könnten, vielmehr haben wir die letzte als eine nur der Seele angehörige Erscheinung zu betrachten, die von ihr auf Veranlassung eines Nervenzustandes hervorgebracht wird. Lassen wir dem Standpunkte unserer jetzigen Gedankenreihe gemäß die Frage noch gänzlich bei Seite, auf welche Weise diese Auslösung einer psychischen Thätigkeit durch den Anstoß des Reizes zu denken sei, so können wir

ihr gegenseitiges Verhältniß nur als das einer factisch vorhandenen allgemeinen und gesetzlichen Verknüpfung ansehen, so daß einem bestimmten Zustande des Nervensystemes eine bestimmte Empfindung jederzeit unwandelbar nachfolge. Aber wir sind nicht im Stande, aus der Natur des eindringenden Reizes oder der Veränderung, die er im Nerven gestiftet hat, den qualitativen Inhalt der ihm nachfolgenden Empfindung zu errathen. Nach einer willkürlichen Auswahl scheinen uns vielmehr zuerst Lichtwellen und ihre Folgen in Nerven mit Farbenempfindungen, Erregungen durch Schallwellen mit ihnen verbunden; sowie ein Signal sich nach Uebereinkunft gleichgiltig zu jeder Bedeutung bequemt, die erhaltene aber in allen Fällen festhält, so findet sich hier zwischen Nervenproceß und Empfindungsinhalt eine feste Verknüpfung, ohne daß dennoch der erste auf den zweiten von selbst hinwiese. Es geht heraus das Eine sogleich hervor, daß unsere Empfindungen uns weder ähnliche Abbilder der äußeren Welt, noch unserer eigenen Zustände liefern können. Zwar entstehen sie aus diesen beiden Ursachen, aber sie sagen nichts aus über den Weg, auf dem sie entstanden sind; sie schweben vielmehr der Seele zunächst nur als unmittelbare Erscheinungen vor, die keinerlei Zurückdeutung auf ihre Ursachen enthalten, sondern vielmehr die Brücke zu diesen hinter sich abgebrochen haben und nun erwarten, durch Umschweife der Reflexion auf ihren Ursprung zurückgeführt zu werden. Spricht man daher von subjectiven Empfindungen, welche uns nur den Zustand unsers eigenen Körpers verrathen, so kann dies doch nicht heißen, daß ihr Inhalt uns eine wahrhafte Anschauung von den im Nervensystem eben obwaltenden Verhältnissen gebe, sondern wir haben in solchen Fällen nur Empfindungen, welche Folgen solcher inneren Zustände sind, und die wir auf diese, welche uns trotzdem völlig unbekannt bleiben, zurückzudeuten durch Erfahrungen gelehrt worden sind. Ist nun auf diese Weise durchaus keine Aehnlichkeit zwischen unserem Empfindungsinhalte und dem, wovon er erregt wird, so gestattet doch dieses Verhältniß immer eine reich ausgebildete Proportionalität beider, und auf ihr beruht die Kenntniß des Aeußeren, die wir durch die Sinne haben können. Die Dauer, die Abwechselung, die Reihenfolge der einzelnen Empfindungen wird auf gleiche Verhältnisse der Reize hinweisen; steigert oder schwächt sich die Intensität der Empfindung, so wird dies ein Zeichen für ähnliche Größenunterschiede der Reize sein, und selbst wo verschiedene Empfindungen in einer qualitativen, nicht auf bloße Größenverhältnisse reducirbaren Scala der Verwandtschaft stehen, dürfen wir annehmen, daß auch die Nervenzustände, die von den Reizen hervorgebracht sind, eine Mannichfaltigkeit von Formen haben mögen, die in abgestuften Verwandtschaften in einander überzuführen sein würden. Auf solchem Wege mithin werden uns die Sinnesempfindungen wenigstens die Verhältnisse zwischen den Objecten, wenngleich in eine andere Sprache übersetzt, vorzuführen vermögen.

6. Die vorigen Bemerkungen sprechen den allgemeinen Satz aus, daß wenn überhaupt eine Abhängigkeit der Seele vom Körper stattfindet, gleiche Bedingungen auch überall gleiche Folgen erzeugen, und daß mithin, sobald nicht zwischen den Nervenproceß und die Seele noch ein variables und den Erfolg mit bedingendes Glied eintritt, dann jedem bestimmten Nervenzustande immer nur eine bestimmte Empfindung nachfolgen könne. Dieser Grundsatz ist kein Gegenstand der Controverse, sondern ein einfacher Ausdruck eines logischen Gesetzes; wenn daher Volkmann[1]) sich scheut ihm beizutreten, so

[1]) S. dieses Wörterbuches Band II., Seite 521.

kann dies nur davon herrühren, daß er die oben angeführte Nebenbedingung nicht gewährt glaubt, oder daß er meinen Satz so verstand, als sollte jedem bestimmten Reize immer dieselbe Empfindung folgen. Allein zwischen dem Reize und der Seele steht freilich Vieles, was den Erfolg mitbedingt, die Gewebe des Körpers, das Nervensystem mit seinen höchst wechselnden Stimmungen. Daher konnte nicht ohne Weiteres von einer Proportionalität der Empfindung mit dem Reize, sondern nur mit der in jedem einzelnen Falle von ihm hervorgebrachten Veränderung des Nerven die Rede sein. Daß aber nun auch noch zwischen dem Nervenprocesse und der Empfindung ein anderes wandelbares Element, etwa die Zustände der Centralorgane, ständen, die da mitbestimmten, welche Empfindung dem Nervenprocesse folgen soll, kommt mir durchaus unwahrscheinlich vor, wenn ich bedenke, mit wie großer Gleichförmigkeit gerade die bestimmtesten Empfindungen der Farben und Töne ohne Veränderung ihrer Qualität in den verschiedensten Stimmungen des Nervensystemes wahrgenommen werden. Dagegen scheinen diese letzteren, sowie andere Zustände der Seele selbst, einen beträchtlichen Einfluß auf die Stärke des wahrgenommenen Empfindungsinhaltes auszuüben. Dürfen wir mithin über die oben erwähnte Nebenbedingung hinwegsehen, so können wir ohne Einschränkung den Satz aussprechen, daß mit einem Nervenzustand *a* immer die bestimmte Empfindung *α* und nie eine andere verbunden sein werde. Diese Behauptung wird dann wichtig, wenn wir bedenken, daß alles Wissen der Seele zunächst durch die Sinnlichkeit und den Lauf der Erinnerungen vermittelt werden muß. Denn dann werden verschiedene Qualitäten des Nervenzustandes das Einzige sein, was unmittelbar von der Seele unterschieden werden kann; die Orte dagegen, von wo diese Zustände stammen, und die Richtung, in welcher sie nach innen streben, können nie unmittelbare Gegenstände der Anschauung für die Seele sein, sondern selbst nur aus Erfahrungen, die sich zuletzt wieder auf verschiedene Qualitäten stützen, beurtheilt werden. Daraus folgt aber, daß die Seele die Empfindung *α* jederzeit bei dem Nervenzustande *a* produciren muß, gleichviel auf welchem Wege er durch das Nervensystem geleitet worden, oder wie er entstanden sein mag. Nur, wenn seine Richtung oder sein Entstehungsort ihm zugleich eine qualitative Differenz beifügt, wodurch er eben zu einem andern würde, könnte er im Stande sein, die Seele zur Erzeugung einer andern Vorstellung zu bestimmen. Dieser Satz setzt uns in Widerspruch mit der bekannten Meinung über die specifischen Energien der einzelnen Nerven; ein Gegenstand, der, obwohl nach meinem früheren Vorgange häufig jetzt behandelt, doch noch einmal hier berührt werden muß, weil er in manchen Fassungen auch psychologische Lehren in Verwirrung bringen kann.

7. Bei der Betrachtung der gewöhnlichen subjectiven Empfindungen legt man überall die erwähnte Voraussetzung zu Grunde, so daß ein bestimmter Zustand des Nerven, sei er nun an dem peripherischen Ende oder im Verlauf entstanden, allemal dieselbe Empfindung nach sich ziehen würde. Beachten wir, daß wir bis jetzt keine specifischen Unterschiede in Structur und Mischung der verschiedenen Sinnesnerven haben finden können, so glaube ich, daß wir auch sie nur als verschiedene Stellen des Nervensystemes ansehen dürfen, und daß der Seele nicht zugemuthet werden kann, den verschiedensten Anregungen, die ihr von einem und demselben Nerven überliefert werden, immer durch dieselbe Empfindung zu antworten, lediglich, weil diese Anstöße eben gerade von diesem Nerven kommen, und daß sie ebenso wenig auf zwei gleiche Nervenzustände zwei verschiedene Empfindungen folgen lassen wird,

weil beide in verschiedenen Fasern stattgefunden hätten. Sollen daher diejenigen Thatsachen erklärt werden, die man mit dem Namen der specifischen Energien gemeint hat, so muß nachgewiesen werden, wie entweder alle Reize, die einen und denselben Nerven treffen, selbst die unadäquatesten, dennoch in ihm nur mechanische Zustände von einem nur geringen Spielraum der Verschiedenheit anregen können, oder wie die den äußeren Reizen an bunter Verschiedenheit vielleicht noch ähnlichen Nervenprocesse an einem andern Punkte, etwa in den Centralorganen dieselbe Umwandlung in einförmigere Vorgänge erfahren. Der Seele jedenfalls, wenn sie eine bestimmte Empfindungsklasse erzeugen soll, wird auch immer nur eine gewisse Klasse von Zuständen durch jeden einzelnen Sinnesnerven dargeboten werden müssen. In der That haben sich in neuerer Zeit die Ansichten gewöhnlich in diese zwei Hypothesen getheilt, und es hat einige Wichtigkeit für unsern Gegenstand, das hier Annehmbare von dem weniger Wahrscheinlichen zu scheiden. Die erste Annahme würde am leichtesten durch den speciellern Gedanken zum Ziele kommen, daß es in der Natur der Nervensubstanz liege, durch alle äußeren Reize nur zu einer bestimmten Klasse innerer Zustände angeregt zu werden. Mein vortrefflicher Lehrer Volkmann hat bei Gelegenheit dieser Hypothese geäußert, daß gleichmäßige Rückwirkungen auf ungleichmäßige Einwirkungen die Gegenwart eines Correctionsapparates voraussetzen, der immer ein sehr zusammengesetzter werde sein müssen und zu dessen Herstellung weder die Nervenfaser noch die Hirnfaser allein genommen, geeignet sein würde. Soll dieser an sich gewiß sehr richtige Satz auf die specifische Energie eines bestimmten Nerven angewandt werden, und dies scheint Volkmanns Absicht, da er die Annahme specifischer Energien, die ungeachtet der verschiedensten Reize ihren präst abilirten Formen folgen, theoretisch verdächtig nennt, so scheint er mir hier weniger angemessen. Damit der Sehnerv auf alle möglichen äußeren Reize in einen bestimmten Zustand, oder eine bestimmte Klasse von Zuständen gerathe, ist durchaus kein sehr complicirter Correctionsapparat nöthig, der vielmehr nöthig sein würde, um das Gegentheil zu bewirken. Jener Anforderung liegt wohl der Mißverstand zu Grunde, als sei das Nächste und Natürlichste in jedem Falle dies, daß eine Wirkung sich auch qualitativ ändere, wenn ihre Ursachen sich ändern und daß mithin jeder Fall, wo die durch verschiedene ganz abweichende Ursachen hervorgerufenen innern Zustände eines Objects sich doch innerhalb eines enge begrenzten Spielraums der Verschiedenheit hielten, allemal eine besondere Erklärung bedürfe. Es ist aber eher umgekehrt, und zwar so wie es Volkmann kurz vorher (a. a. O. S. 522 am Ende) richtig ausgesprochen hat. Der nächste Effect einer auf einen Gegenstand einwirkenden Ursache kann ganz passend als Erschütterung des diesem zukommenden Gleichgewichts bezeichnet werden, und der entferntere wird nur in einer Gegenwirkung der Theile bestehn, die dies Gleichgewicht herzustellen suchen. Wie sie sich dabei benehmen, kommt hauptsächlich auf ihre eigene Natur an, und sie können nichts thun, als was dieser gemäß ist. Mögen daher die Reize in ungeheure Verschiedenheiten auseinandergehn, die Reaction kann dies nicht, sondern wird ganz von selbst einen bestimmten engern Kreis von Processen entfalten. So sehen wir auf die mannigfaltigste Weise Electricität, Wärme erzeugt werden, so wird ein Holzstab durch alle möglichen Mittel doch nur zu innern Oscillationen seiner Theilchen gebracht werden, und so überhaupt wird der Effect jedes Reizes nur in dem Bestreben des erschütterten Objects bestehen, sich auf seine ihm einmal zukommende Weise in Gleichgewicht zu versetzen. Ich weiß nicht, ob Volkmann durch eine früher von

mir gethane Aeußerung zu jener Meinung bewogen worden ist, da sie aber überhaupt hierher gehört, will ich sie vor einer Mißdeutung schützen. Ich habe darauf aufmerksam gemacht, wie große Mühe die Natur sich giebt, an die höheren Sinnesorgane nur die ihnen adäquate Klasse der Reize überhaupt gelangen zu lassen; sie bildet ihre Structur so aus, daß die meisten unadäquaten Reize von den Vorwerken der Sinnesorgane absorbirt werden, und gar nicht zur Einwirkung gelangen. In diesem Verfahren der Natur sehe ich nun nicht eine Hindeutung darauf, daß jene ausgeschlossenen Processe etwa den Sehnerven und den Hörnerven nicht hätten zu ihren specifischen Empfindungen veranlassen können, und daß hierdurch nur das dazu Taugliche aus dem Schwarme der äußern Reize abgeschieden werde, sondern es liegt mir hierin das Geständniß der Gefahr, daß auch Schallwellen, Wärmedifferenzen, Luftströmungen u. s. f. unfehlbar in dem Sehnerven würden Farbenempfindungen erzeugt haben, wenn sie nur auf schicklichem Wege zu seiner Ausbreitung gelangen konnten. Hierdurch aber würde alle Distinction der Sinnesempfindungen aufgehört haben. Ich meine mithin, daß von dieser Seite jener obigen Annahme gar nichts im Wege steht, und daß rechtwohl das Factum, daß jeder Nerv durch alle Reize nur in eine bestimmte Klasse von Zuständen versetzt wird, wenn es nämlich ausnahmslos richtig wäre, auf eine in der Natur des Nerven begründete Form seiner Gleichgewichtsbestrebungen begründet werden könne. Allein das andere Hinderniß steht dieser Ansicht entgegen, daß jeder einzelne Nerv dann seine specifische Weise solcher Bestrebungen besitzen müsse, die von der aller andern unterschieden ist, und zu einer solchen Behauptung berechtigt uns die gleiche Structur und Mischung der Nerven gewiß nicht besonders. Indessen hätten doch vielleicht diese Structurunterschiede nicht nöthig, sich in sinnlich sehr kennbaren Zeichen auszuprägen. Bedenken wir vielmehr, wie leicht durch fortwährende Gewohnheit an gewisse Reize sich eine eigenthümliche Wirkungsweise im Nerven ohne so kenntliche Veränderungen ausbildet, so könnten wir die specifische Energie der Nerven als eine durch Gewohnheit erworbene wohl vertheidigen. Unter dem ausschließlichen Einflusse gewisser Reizklassen aber steht wirklich im gesunden Leben jeder Nerv, da seine umgebenden Hüllen ihn vor dem Eindringen der meisten fremdartigen Erregungen schützen, und so dürfte diese von Meyer [1]) vorgetragene Ansicht, daß der Nerv auf alle äußeren Einflüsse grade in diese durch überwiegende Gewohnheit immer schlagfertigen Formen seiner Thätigkeit ausbreche, nicht nur vereinbar mit den obigen allgemeinen Bemerkungen sein, sondern auch die beobachteten Thatsachen sämmtlich umschließen. Sie bewiese vielleicht nur zuviel, denn daran, daß jeder unadäquate Reiz die specifische Empfindung errege, darf allerdings noch sehr gezweifelt werden.

8. Die andere Annahme ist diese, daß die Nerven entweder gleichartige oder ungleichartige Zustände leiten, und diese erst dann, wenn sie die Centralorgane treffen, in solche bestimmte specifische Vorgänge umgewandelt werden, wie sie den Empfindungen zu Grunde liegen. Diese Ansicht ändert nichts in den Verhältnissen, die jetzt für uns von Werth sind. Vorausgesetzt, daß die Centralorgane nicht selber empfinden, sondern nur den letzten noch physikalischen Zustand bewirken, der die Seele zur Empfindung veranlaßt, mag man immerhin glauben, in deren noch unbekannterem Innern so viele specifische

[1]) Untersuchungen über die Physiologie der Nervenfasern von G. H. Meyer. Tübingen 1843.

Verschiedenheiten der Structur und Mischung zu finden, wie man sie in den Nerven noch vermißt. Ich halte diese Annahme für höchst unwahrscheinlich, und suche in gewissem Sinne die Aufklärung vielmehr an dem entgegengesetzten Ende. Zwischen den umgebenden Geweben und dem Nerven, da findet sich eine solche Unterbrechung der Structur und Mischung, daß man glauben kann, bei diesem Uebergange in ein neues Medium werde jeder vom Reize angestiftete Proceß eine beträchtliche Umwandlung erfahren; zwischen Nervenfasern und Hirnfasern sehe ich keinen solchen Unterschied, vielmehr einen wahrscheinlichen stetigen Uebergang selbst ohne beträchtliche Abwechselung der Mischung; daß mithin grade hier die Umgestaltung der vom Reize angeregten Vorgänge stattfinden sollte, ist mir wenig glaublich. Ich meine vielmehr, daß im Grunde jeder Nerv jeden möglichen Zustand an sich leiten könnte, daß aber sowohl die Gewöhnung, als die Endigungsweise in den peripherischen Geweben jeden Nerven in einen eigenthümlichen Spannungszustand versetzt, der sich vielleicht auch auf den Verlauf desselben erstreckt, und diesem eine vorwiegende Neigung zu einer bestimmten Art der Gleichgewichtsbestrebungen giebt. So kann einmal ein unadäquater Reiz doch die specifisch gewohnte Empfindung erwecken, während ein anderes Mal selbst der adäquate Reiz, wo er den Verlauf des Nerven und nicht die eigenthümliche zur Aufnahme des Aeußeren organisirte Endverbreitung trifft, sie nicht zu erregen vermag. Ein Nerv im Zusammenhange mit seinem bestimmt angeordneten Endigungsorgan scheint mir nicht unpassend einem zwischen zwei Punkte gespannten Seile zu vergleichen, das, so lange es in dieser bestimmten Spannung verbleibt, auf alle äußern Anstöße mit einer bestimmten Tonschwingung antwortet; wird aber sein eines Ende vom Befestigungspunkte gelöst und aufgedröselt, so wird es jetzt selbst einer wirklichen Schallschwingung unmöglich sein, dies zu keiner Aufnahme der Reize taugliche Ende in ähnliche Zustände zu versetzen. Die zweideutigen Erfolge, die man bei Anwendung von Reizen auf centripetale Nervenstümpfe erhält, scheinen hierin ihren Grund zu haben. Wir müssen indessen diese Bemerkungen abbrechen, die für die psychologischen Fragen weniger Bedeutung haben. Nur dies Eine sollte zunächst durch sie festgestellt werden, daß die Verwandlung der Reize in gleichförmigere Zustände immer auf körperlichem Gebiete irgendwo geschehen muß, und daß die Seele verschiedene Empfindungen nur producirt, weil die Nervenzustände, nicht weil die Nerven verschieden sind, durch welche sie geleitet werden. Wenn daher Volkmann den Gedanken der specifischen Energien zunächst ein Product unserer Abstraction nennt, die das Gleichartige der Empfindungen eines Sinnes auf Kosten des Ungleichartigen betone, so glaube ich doch nicht, daß dies in der Physiologie früher geschehen sei; die qualitative Differenz der einzelnen Farben ist zwar ein einleuchtendes Factum, aber es scheint mir keine Inconsequenz, vorauszusetzen, daß sie auf quantitativen Unterschieden der Nervenzustände beruhen; vielmehr würde es unwahrscheinlich sein, daß blos quantitativ verschiedene Lichtwellen grade qualitativ verschiedene Nervenzustände erregen sollen. Daß die specifische Energie auch ein Product der Reize sei, die trotz ihrer scheinbaren Verschiedenheit doch in ihren wesentlichen Kräften übereinstimmen, haben wir oben bestätigt, obwohl so modificirt, daß es überhaupt so bestimmter gleichartiger Kräfte nicht bedurfte. Wenn Volkmann sie endlich als Product mehrerer sich unterstützender und in ihren Wirkungen einander corrigirender Organe ansieht, so wünschten wir in dieser Beziehung die Aufmerksamkeit auf den Einfluß gelenkt, den die sorgsam eingerichtete Endigungsweise der Nerven

darauf hat, ob ein Reiz in ihr Inneres überhaupt einen leichten Zugang gewinnen kann.

9. Diese Betrachtungen sind hauptsächlich gemacht, um eine Phantasie etwas zu motiviren, die wir hier hinzufügen möchten. Haben wir einmal gesehen, wie leicht durch jeden Reiz ein Körper in immer analoge oder homogene innere Gleichgewichtsstrebungen versetzt werden kann, und beachten wir den Mangel der Unterschiede in der Structur und Mischung der Nerven, so erscheint die Annahme sehr natürlich, daß überhaupt alle Nervenprocesse ursprünglich gleichartig sind, und daß die einzelnen Gruppen, welche specifisch verschiedenen Empfindungsklassen zu Grunde liegen, nur nach mathematischen Differenzen sich von einander unterscheiden möchten. Der Gegensatz des Qualitativen und Quantitativen, den man oft bei diesen Betrachtungen anwendet, scheint mir weniger hierher zu passen, denn auch das Mathematische hat gewisse, wenn auch auf Größen reducirbare oder wenigstens durch sie meßbare qualitative Verschiedenheiten der Richtung. Sobald man mithin nicht verlangt, daß die Nervenprocesse sich bloß der Größe nach unterscheiden sollen, sondern überhaupt nur auf mathematische Art, so wird der eben geäußerte Gedanke eigentlich nothwendig; denn in allen äußeren physikalischen Processen, sowie in den innern des Nervensystems lassen sich am Ende keine qualitativen Verschiedenheiten denken, die noch über Unterschiede der Größe, Richtung, Dauer und Combination der Wirkungen hinausgingen. Aber selbst innerhalb dieses Spielraumes liegen vielleicht die Nervenprocesse näher beisammen, als man anzunehmen geneigt ist. Sehen wir ganz ab von der unbeantwortbaren Frage, worin eigentlich die in den Nerven sich fortpflanzende Veränderung bestehe, so können wir doch immer annehmen, daß ihre Modificationen den äußeren Reizen proportional sein werden. Wo mithin diese in gewisser Zeit eine bestimmte Anzahl von Anstößen ertheilen, wird eine entsprechende Anzahl von Uebergängen aus einem in den andern Zustand auch im Nerven vorkommen, und wo in derselben Zeit sich die Menge jener Anstöße mehrt, werden sich auch diese Uebergänge mehren müssen. Unter solchen Voraussetzungen erscheinen uns nun Farben und Töne als zwei weitauseinanderliegende Gruppen von Nervenzuständen, deren erste durch eine außerordentlich große Anzahl von Anregungen vermittelt wird, während in derselben Zeit auch die höchsten hörbaren Töne eine ganz unverhältnißmäßig geringe Anzahl von Uebergängen oder Schwingungen zeigen. Wir könnten meinen, daß, wenn in dem Nervensystem eine der Häufigkeit nach den Schallschwingungen proportionale Reihe von Impulsen entsteht, diese zunächst der Seele die Empfindung der Töne abgewinnen, und zwar allmälig sich steigernd auch die aufsteigende Tonleiter bedingen, bis sie übermäßig anwachsend, in diesem Sinne verklingen, um nach einer großen unausgefüllten Lücke sich dem Gesichtssinne als Farben aufzudrängen und auch in dieser qualitativen Form eine gewisse Reihe von eng zusammenliegenden Empfindungen durch Steigerung ihrer quantitativen Verhältnisse zu veranlassen. Umgekehrt, wo die Impulse der Schallschwingungen zu langsam sich folgen, schwinden sie aus dem Bereiche des Gehörsinnes, während, wenn sie mit derselben Langsamkeit aber größerer Kraft auf andere Theile des Körpers wirken, sie vielleicht unter einer anderen qualitativen Form der Empfindung wiederkehren und eine neue Scala durchlaufen können. Obgleich Betrachtungen dieser Art nicht weiter verfolgt werden können, ohne vorläufig noch in leeren Phantasien sich zu vertiefen, so sind sie doch in einer Hinsicht merkwürdig. Früher nämlich haben wir behauptet, daß aus der Natur des ver-

veranlassenden Vorganges im Nerven sich die Qualität der Empfindung nicht deduciren lasse, sondern daß beide nur als zusammengehörige, durch eine fremde Macht gewissermaßen verbundene Ereignisse anzusehen wären. Wir sehen nun in den beiden höheren Sinnen, daß diese Macht wenigstens nicht von der Möglichkeit Gebrauch gemacht hat, die wir ihr dort nicht abstreiten konnten, nämlich principlos mit diesem Zustande diese, mit jenem jene Empfindung zu verbinden; bei aller qualitativen Unvergleichbarkeit beider Vorgänge finden wir im Gegentheil doch eine Proportionalität, deren weitere Verfolgung der Psychologie mannichfaltige Aufschlüsse gewähren könnte. Die Töne bieten hiervon das einleuchtendste Beispiel. Nicht allein daß der Anzahl der Schallschwingungen, und so wohl ohne Zweifel auch der Häufigkeit der Uebergänge im Nervenprocesse die Scala der Töne nachfolgt, in der auch jedes unbefangene Gemüth eine eigenthümliche qualitative Steigerung sieht, sondern wir finden auch, daß die ausgezeichneten Verhältnisse des physikalischen Processes, wie die Verdoppelung der Wellenzahl in der Octave, zusammenfallen mit ebenso wesentlichen ausgezeichneten Punkten in der Reihe der Empfindungen. Man muß sich klar machen, daß dies durchaus kein logisch nothwendiges Verhalten ist, um den Werth zu begreifen, welchen diese Thatsachen haben. Schwieriger würde es schon sein, den Farben ähnliche Deutungen zu geben, obschon auch hier kaum zu leugnen ist, daß ihre Verschiedenheiten nicht gleichgiltig qualitative sind, sondern daß sich zugleich in ihnen eine ähnliche Scala gesteigerter qualitativer Energie ausdrückt, also ein Inhalt, der zwar nicht blos durch Größenverhältnisse in sich selbst unterschieden ist, dessen Unterschiede aber nicht ohne sogleich hinzutretende Schätzung darin enthaltener Größendifferenzen aufgefaßt werden. Die Farben, begründet auf einer an sich schon hohen Anzahl von Uebergängen in kleiner Zeit, sind in engere Grenzen als die Töne eingeschlossen, und so wie die Schwingungszahlen der bekannten farbigen Lichter nicht, wie die der Töne, bis zur Verdoppelung einer tiefsten fortschreiten, so kehrt auch die Reihe der Farbenempfindungen nicht in sich zurück, sondern endet mit den zwei Gegensätzen des Roth und Blau, zwischen welche sich die übrigen Tinten vermittelnd einschieben, nur daß vielleicht das Violet eine Rückkehr zum Roth andeutet. Aber die Farbenwelt erscheint uns fast noch reicher als die Tonwelt, weil, wie sich später zeigen wird, manche Umstände uns Combinationen von mehreren für einfache Farben halten lassen, während die Combinationen der Töne nicht ebenso häufig in einfache Empfindungen zusammenrinnen. Ueber die übrigen Sinnesorgane können wir diese Betrachtungen nicht ausdehnen, da ihre Empfindungen ebensowohl als ihre Reize uns keine bestimmtere Anwendung der Größenverhältnisse gestatten. Wie das Geräusch zum bestimmten Tone, oder die Helligkeit sich zur Farbe verhält, so ungefähr verhalten sich an Klarheit die Empfindungen des Hautsinnes zu denen der höheren Organe, und es muß unentschieden bleiben, ob jene große Lücke zwischen Farben und Tönen durch andere Empfindungen ausgefüllt wird, für die vielleicht nur andere Thierklassen empfänglich sind. Noch weniger gestatten Geruch und Geschmack die Anwendung solcher Ideen, die überhaupt hier nur dazu dienen sollten, auf die Proportionalität hinzuweisen, die zwischen der Entwicklung einer Sinnesqualität in ihre Modificationenscala und der andern Stufenleiter der äußeren Reize, muthmaßlich also auch der Nervenzustände stattfindet, und bei der nichtsdestoweniger eine vollkommne Unvergleichbarkeit des einzelnen Nervenprocesses mit der ihm zukommenden Empfindung besteht. Fügen wir noch hinzu, daß unter sonst gleichen Umständen auch die Stärke einer und dersel-

den qualitativ identischen Empfindung nach der Größe der Erregung variirt, welche der Reiz hervorzubringen im Stande gewesen ist, so haben wir den Kreis der Abhängigkeitsverhältnisse erschöpft, die zwischen Empfindung und dem sie veranlassenden Reize stattfinden.

10. Ehe wir zu dem Einflusse übergehen, welchen die Empfindungen sich im Bewußtsein erringen, haben wir das Schicksal zweier empfindungserzeugenden Vorgänge zu verfolgen, die sich in demselben Elemente des Nervensystemes begegnen. Das Verfahren der Natur in Bezug auf die gleichzeitige Wahrnehmung mehrerer Empfindungen ist verschieden. Im Sehnerven dürfen wir wohl voraussetzen, daß die Endigung jeder einzelnen isolirten Faser nur einer bestimmten Farbenempfindung fähig ist, und daß zwei sie treffende verschiedene Farbstrahlen unfehlbar eine mittlere resultirende Farbenempfindung bedingen. Hier scheint mithin die Isolation der Fasern das wesentliche Mittel zur Erreichung distincter gleichzeitiger Empfindungen. Im Gehörnerven ist dies anders. So weit wir wenigstens die Sache hier überblicken können, ist es nicht anders möglich, als daß alle Schallwellen gleichzeitig auf alle Nervenendigungen treffen, und die Vorgänge, welche sie in diesen erregen, schmelzen so wenig in eine Resultante in der Empfindung zusammen, als die Schallwellen der Luft selbst bei ihren mannichfaltigen Durchkreuzungen sich stören. Nur eine verschiedene Intensität der Wahrnehmung wird den einzelnen Tönen, hier nicht erklärbar, zu Theil werden. In diesem Falle, der nicht unwichtig ist für die spätere Beurtheilung der Function der Centralorgane, finden wir mithin, daß die bestimmte Leitung der Eindrücke und die Möglichkeit, daß jedem von ihnen eine ebenso bestimmte Empfindung entspreche, keineswegs an die Abschließung der leitenden Bahn für andere gleichzeitige Eindrücke geknüpft ist. Inwiefern sich dieser Unterschied der Verhältnisse beim Hören von denen beim Sehen an einen Unterschied in der Natur der Reize binden mag, müssen wir dahingestellt sein lassen, wir erwähnen nur, daß diese störungslose Mischung der Nervenprocesse nur bei demjenigen Sinnesorgane vorkommt, dessen Empfindungen jeder räumlichen Anordnung durchaus unfähig sind, während Geschmäcke und Gerüche, wo sie dieselben Partien des Aufnahmeorganes treffen, ebenso wie die Farben sich zu Resultanten verschmelzen, während sie freilich auch oft verschiedene Stellen reizend, auf dunkele Weise neben einander vorkommen. Ueberblicken wir endlich das Nervensystem im Ganzen und Großen, so sehen wir nirgends aus Empfindungen verschiedener Sinne sich eine neue Empfindung ausbilden, selbst diejenigen Empfindungen eines und desselben Sinnes, die einmal als gesondert erweckt worden sind, wie die der verschiedenen Farben, existiren in der Seele ohne Beeinträchtigung ihres qualitativen Inhaltes fort, während dagegen die Gefühle des Angenehmen oder Unangenehmen, die sich an einzelne Empfindungen oder an Combinationen mehrerer knüpfen, allerdings häufig einen Gesammtzustand des Gefühles veranlassen können. Diese Fähigkeit der Seele, nicht nur eine Menge einander völlig unähnlicher Empfindungen zu umfassen, vielmehr selbst den nämlichen Gegenstand, wie einen farbigen Punkt, vielfach in Empfindungen zu verwandeln, ohne daß diese sich in einen Gesammtzustand summirten, bildet für unsere spätere Betrachtung einen der schwierigsten Punkte, auf den sich die Localisation der einzelnen Empfindungen gründet.

11. Von dieser Aufgabe einstweilen absehend, wollen wir zunächst fragen, welche Hülfsmittel der Seele zu Gebote stehen, um aus den Qualitäten

der Empfindungen, die bisher den einzigen Gegenstand unserer Betrachtung und ihr einziges Besitzthum bildeten, die geordnete Welt der sinnlichen Anschauung hervorzubringen. Ueberlassen wir uns gewöhnlichen naturphilosophischen Analogien, so müssen wir voraussetzen, daß ein länger dauernder Reiz keinen constanten, sondern einen mit gewisser Beschleunigung wachsenden Zustand des von ihm getroffenen Nerven hervorbringen werde, und setzen wir ferner voraus, daß der Stärke des Nervenprocesses in jedem Augenblicke auch die der Empfindung proportional sei, so würde sie bei beständiger, aber wachsender Erregung des Nerven in noch viel höherem Maße an Intensität zunehmen müssen. Wir finden erfahrungsmäßig keines von beiden. Die stetige Ernährung der Nerven mag in gewöhnlichen Fällen vollkommen hinreichen, um durch den Umtausch seiner Stoffe ihn fortwährend wieder in einen neutralen Zustand zu versetzen, in welchem er sogleich als ein ebenso unbefangenes Instrument zur Aufnahme des Reizes dienen kann, wie er es vorher war. In einigen wenigen Fällen krankhafter Art mag man vielleicht glauben, die Spuren einer solchen Summation der Effecte wieder zu erkennen, indem hier zuweilen ein Eindruck bis zu schmerzhafter Heftigkeit der Erregung fortgehen kann. Allein eines Theiles wird bis zu gewissen Grenzen der Aufregung muthmaßlich auch die Schnelligkeit des Stoffwechsels beschleunigt, der zu ihrer Ausgleichung bestimmt ist; andern Theiles kann ebenso leicht der übermäßige Reiz, jene Grenzen überspringend, eine zeitweilige Lähmung des Nerven hervorbringen, die der weiteren Vermehrung seiner Function, sowie der Empfindung Grenzen setzt. So entsteht hier ein Spiel der Erschöpfung und Wiederbelebung der Empfänglichkeit für äußere Eindrücke, das wir durchaus nur als eine Erscheinung in dem Gebiete der vorbereitenden, körperlichen Thätigkeiten ansehen können, während die Seele selbst durch die Unfähigkeit des Nerven, solche Zustände länger zu leiten, ihre Empfänglichkeit für dieselben nicht einbüßt. Das eine Auge, das von der Sonne geblendet, nichts mehr sieht, raubt dem früher geschlossenen, jetzt sich öffnenden, nicht die Fähigkeit, den Lichteindruck zu leiten, noch der Seele die Empfänglichkeit, mit der sie ihn in Lichtempfindung umsetzt. Die Größe der Theilnahme, die wir einem Eindruck zuwenden, mag allerdings mit seiner längeren Dauer abnehmen; aber man kann nicht sagen, daß die Empfänglichkeit der Seele für seine Anschauung dadurch litte. Sie bleibt im Gegentheile, durch den früheren Eindruck nicht präoccupirt, ein unbefangener Zeuge des späteren, und auch die merkwürdigen Thatsachen der complementären Farbenempfindungen müssen wohl ohne Zweifel auf eine eigenthümliche Art der Erschöpfung oder Rückwirkung der körperlichen Organe zurückgeführt werden, denen die Seele die Empfindung nur nachfolgen läßt, ohne an sich selbst zu solchen entgegengesetzten Thätigkeiten geneigt zu sein.

12. Wenn wir nun aber auch, wie dies oben angeführt wurde, bei einem beständigen Reize und ebenso beständigen Nervenzustande dennoch sich die Empfindung nicht so steigern sehen, daß das im vorigen Augenblicke Empfundene sich mit dem des nächsten summirte, so müssen wir auch in der Seele Verhältnisse ähnlicher Art annehmen, wie sie zur Ausgleichung des Nervenprocesses im Körper dienten. Zwar würde es vergeblich sein, diese Verhältnisse näher bestimmen zu wollen; aber das Ergebniß derselben steht fest und muß darin bestehen, daß die geschehene Veränderung durch irgend welche, dem Stoffwechsel des Körpers in ihren Wirkungen ähnliche Kräfte fortwährend auf ein Minimum herabgedrückt wird, ehe sie im Stande ist, sich durch die des nächsten Augenblickes zu vergrößern. Es wird in dieser

Hinsicht theoretisch immer der einfachste Gedanke sein, wenn man diese niederdrückende Gewalt in einem ähnlichen Elemente, d. h. in anderen Empfindungen sucht, die von früheren Wahrnehmungen zurückgeblieben, die neu eintretenden Eindrücke stetig hemmen und sie zu einem außerordentlich geringen Grade der Klarheit herabsetzen. So gelangten wir zu einer Art mechanischer Ansicht, die auf den zwei Grundlagen fußt, daß zunächst dem Gesetze der Trägheit nach jede Empfindung so lange bestehen wird, bis sie durch andere Umstände verdrängt würde, und daß zweitens diese Umstände in der hemmenden Gewalt anderer schon vorhandener Empfindungsvorstellungen beruhen. Hierdurch würde allerdings, wenn diese Hemmung energisch genug erfolgte, die Stärke der Empfindung sich auf demselben Niveau erhalten, so lange Reiz und Nervenproceß dies Nämliche thun. Allein dieser Ansicht, die auch sonst zur Grundlage anderer psychologischer Theorien gewählt worden ist, stehen gerade bei dieser ihrer einfachsten Anwendung schon namhafte Bedenken entgegen. Wenn man bemerkt, wie augenblicklich in einem sonst gesunden Auge mit seiner Schließung auch das lebhafteste Empfindungsbild verschwindet und sich höchstens in eines jener Erinnerungsbilder verwandelt, welche farblos die Farben und lautlos die Töne reproduciren, so wird man gewiß geneigt sein, wie in den anderen Stücken, so auch in der Dauer der Empfindung eine Proportinalität zu der des Nervenprocesses anzunehmen, mit dessen Aufhören dieser Zustand der Seele ebenso wieder verschwindet und einem anderen Platz macht. Versucht man ferner zu erklären, warum die vorhandenen Hemmungen in der Seele nicht nur für alle verschiedene äußere Sinneseindrücke gleich passend sein sollen, sondern wie sie auch dem wachsenden Reize sich mit immer wachsender Widerstandskraft entgegenstemmen, so gelangt man zu Annahmen, deren verwickelte Gestalt sie erst dann bestechend machen würde, wenn das theoretische Princip, worauf man sich gleichzeitig stützt, zweifellos dastände. Allein mag das Gesetz der Trägheit, nach dem man hier verfährt, an sich keine Schwierigkeiten haben, so ist doch die große Frage, ob wir hier einen Fall seiner Anwendung vor uns sehen. Nichts anderes kann dies Gesetz bestimmen, als daß ein Substrat genöthigt sein wird, einen ihm einmal eingepflanzten Zustand gleichförmig fortzubewahren, sobald es weder in sich selbst eine gegen ihn zurückwirkende Kraft besitzt, noch dieser Zustand von einer fremden Kraft ihm abgenommen wird. So wird sich dies Gesetz gewiß auf die Bewegung eines Körpers im Raume anwenden lassen; denn ihm geschieht durch diese nichts, was sein inneres Wesen im Mindesten berührte; er wird mithin in jedem Zustande der Bewegung gleichgiltig beharren, bis eine andere Ursache ihn davon befreit. Aber ich glaube nicht, daß wir die mindeste Wahrscheinlichkeit dafür haben, daß die Seele nach denselben Gesichtspunkten zu betrachten sei. Was wir auch sonst über ihre Empfindungen denken wollen, wir können nicht glauben, daß sie ein Zustand seien, der das Wesen der Seele ebenso wenig berührt, wie die Bewegung den Körper; sie wird vielmehr als eine wirklich eindringende Veränderung zu betrachten sein. Unter dieser Voraussetzung bleibt uns nun die Wahl einer doppelten Anwendung jenes Trägheitsgesetzes. Entweder wir sehen die Seele, um uns hier bildlich auszudrücken, für eine ganz passive und völlig unelastische Substanz an, welche keine innere Reaction gegen den Zustand ausübt, in den sie durch äußere Reize gerathen ist, oder wir trauen ihr diese active Elasticität zu, nach dem Aufhören des Reizes sogleich und vielleicht noch während seiner Einwirkung die Folgen desselben wieder herabzusetzen, und sie, wenn sie dieselben auch nicht völlig vernichten kann, doch wenigstens in

einen anderen Zustand zu verwandeln, der vielleicht jenen Erinnerungsbildern, vielleicht noch weiter auch den vergessenen Vorstellungen entspricht. Es ist allerdings völlig unmöglich, an diesem Orte und in diesem Zusammenhange ein entscheidendes Gewicht für eine dieser Ansichten beizubringen; auch die Erfahrung wird bei dieser Frage beständig stumm bleiben; denn ob eine Vorstellung, in der Seele allein entstanden, ewig dauern würde, wofern nicht eine zweite sie beschränkte, oder ob sie von selbst durch die zurückwirkende Kraft der Seele allmälig unterging, ist eine Alternative, die kaum selbst durch irgend welche metaphysischen Gründe, sondern fast nur durch eine Art ästhetischer Evidenz entschieden werden kann. Ueberlassen wir uns aber dieser letzteren, so dürfte die zweite Ansicht wohl eine überwiegende Wahrscheinlichkeit erlangen. Betrachtet man vollends, wie dies durch den Einfluß eines neuen psychologischen Systemes üblich geworden ist, die Empfindungen als Selbsterhaltungen der Seele gegen einen äußeren Reiz, der ihren inneren Zustand zu stören droht, so dürfte damit die Annahme jener ersten Trägheit schwer zu vereinigen sein. Denn offenbar ist es eine nicht geringe Sklaverei, oder wenigstens eine seltsame Art der Selbsterhaltung, wenn eine an sich zur Unveränderlichkeit bestimmte Substanz durch jeden Reiz in ein Reactionsstreben versetzt wird, von dem sie später nie wieder loskommen kann, wenn nicht durch glücklichen Zufall eine neue Störung die alte verdrängt. Wollen wir in der That, wie dies doch in dem Ausdrucke der Selbsterhaltung zu liegen scheint, der Seele diese ästhetisch werthvolle Lebendigkeit beilegen, die sich durch alle äußeren Reize nur um ihren eigenen inneren Schwerpunkt bewegen läßt, so dürfen wir sie nicht gleich einem aus seiner Ruhe aufgestörten Thiere sich in den vorgehaltenen Stock der Störung verbeißen lassen, sie muß im Gegentheil ihre Ungestörtheit dadurch beweisen, daß sie auch die Vertheidigungsanstalten einzieht, wo es keinen Feind mehr giebt. Allein diese Betrachtungen knüpfen sich doch nur an jenen Namen der Selbsterhaltung, der hier nichts zur Sache thut; wir müssen uns einstweilen ohne weitere Entscheidung dieser Frage damit begnügen, daß die Erfahrungen eine ungehinderte Fortdauer der Empfindungen in ihrer völligen Stärke auch nach dem Aufhören des körperlichen Reizes nicht nothwendig anzunehmen befehlen, und daß das Gesetz der Trägheit diese Ansicht ebenso wenig zu beweisen vermag. Geben wir uns daher einstweilen der Annahme hin, daß stetig auf einem Weg, den wir freilich nicht anschaulich machen können, die eigene Thätigkeit der Seele sich gegen diese aufgedrungenen Empfindungszustände stemmt, und daß dadurch nicht bloß die Summirung einer länger dauernden Empfindung bei fortwährendem Reize verhindert, sondern auch ihre ungestörte Fortdauer nach seinem Aufhören unmöglich gemacht wird.

13. Wir verfolgen diese Ansicht jetzt nur insofern, als sich aus ihr der Unterschied zwischen einer eigentlichen Empfindung, die nur im Momente der Wahrnehmung stattfindet und der Vorstellung ergiebt, welche den Inhalt der Empfindung zwar festhält, aber ohne dies schwer zu beschreibende Nebengefühl lebendigen Ergriffenseins, welches sie in jenem Momente begleitete. Wir sind im Stande, in unsern Erinnerungsbildern nicht nur die Qualität, sondern auch die Stärke des früher Empfundenen, seine Verknüpfungen und die Größe der Zwischenräume, welche verschiedene Empfindungen trennen, zu wiederholen und doch sind diese Farbenvorstellungen farblos, die erinnerte Melodie stört nicht mit dem leisesten wirklichen Laute die innere Stille, und wenn zwischen diese Erinnerungen plötzlich eine wahrhaft subjective Empfindung sich eindrängt, so werden wir von der völligen Schattenhaftigkeit jener noch

mehr durch die ganz andere lebendige Gewalt dieser überführt. Wir haben nun gemeint, daß diese Erinnerungsbilder oder Vorstellungen eben jener Rest der Empfindung sind, der von ihr nach dem Aufhören des Reizes von der zurückwirkenden Kraft der Seele noch übrig gelassen ist, und haben so in Zweifel gezogen, ob bei ihnen eine Mitwirkung der körperlichen Organe überhaupt noch stattfinde. Die gewöhnlichen Annahmen stehen jedoch unserer Meinung ziemlich allgemein entgegen, und die gebräuchlichste Ansicht ist wohl diese, daß die Vorstellungen nur beträchtlich geringere Grade der Nerventhätigkeit bezeichnen, als die Empfindungen, daß sie aber keineswegs eine von körperlicher Mitwirkung ganz entblößte Seelenthätigkeit darstellen. Die Voraussetzung, daß jeder einzelne Act der Seelenthätigkeit von einem körperlichen Processe begleitet werde, könnten wir zwar in gewisser Hinsicht zugestehen, aber doch nicht so, als müßte dies begleitende Phänomen als ein Mittel zur Hervorbringung jener Acte gefaßt werden; wir glauben im Gegentheile, daß der Körper wegen seiner einmal bestehenden Verbindung mit der Seele häufig sich den Rückwirkungen der Processe, die in dieser vorgehen, nicht entziehen kann. Diese Ansicht, die wir später im Allgemeinen rechtfertigen wollen, suchen wir hier zunächst in Bezug auf den eben betrachteten Gegenstand zu stützen. Daß von jedem einmal gewonnenen Eindrucke im Nervensysteme sich eine materielle Spur erhalten werde, wird nur der wahrscheinlich finden, der auf diesen Einfall auch um anderer Gründe willen kam. Einerseits ist es unbegreiflich, wie bei dem fortwährenden Stoffwechsel in den Sinnesorganen oder in den Centraltheilen die Nachwirkung jedes einzelnen Eindruckes ungestört von denen anderer sich erhalten sollte; höchstens von der langwierigen Summirung gleichartiger Eindrücke können wir eine solche chronische Umwandlung der Dispositionen des Nervensystems vermuthen, daß seine einzelnen Theile specifisch bestimmte Reizbarkeiten für einzelne größere Erregungsclassen gewönnen. Die Schwierigkeit solcher Aufbewahrung steigert sich aber andererseits noch mehr, wenn wir daran denken, nicht bloß die einzelnen oft schon zusammengesetzten Eindrücke, sondern auch die ganze unermeßliche Reihe ihrer höchst vielseitigen Associationen unter einander auf ähnliche Weise im Gehirne zu befestigen, und ebenso würde endlich teleologisch die Zweckmäßigkeit und Nothwendigkeit eines solchen Verhaltens gar sehr in Frage zu stellen sein. Für unseren jetzigen Standpunkt sind daher auch nur die mannichfachen Erscheinungen der Nachbilder im Stande, dieser Hypothese einige Gunst zuzuwenden. Allein, was zuerst die gewöhnlichen optischen Nachbilder betrifft, so beweisen diese eigentlich nicht sowohl, daß die Vorstellung in der Erinnerung durch einen Nervenproceß begleitet werde, als vielmehr, daß häufig die vollständige Absorption des Eindruckes durch den Stoffwechsel noch nicht beendigt ist, während die Erinnerung längst wieder die Vorstellung des Gegenstandes verloren hat, und erst bei Gelegenheit des Contrastes jener noch vorhandenen Nachwirkung mit dem Hintergrunde des Gesichtsfeldes wird sie auf's Neue zu einer Wahrnehmung genöthigt. Man sieht hieraus, daß bei einigermaßen intensiven Reizen des Auges jene Ausgleichung der Erregung zwar schnell genug noch erfolgen kann, um anderen beträchtlichen Reizen kein Hinderniß entgegenzustellen, aber nicht ohne weniger intensive und gleichartigere neue Wahrnehmungen etwas zu beeinträchtigen. Man hat jedoch in neuerer Zeit, hauptsächlich durch Henle's Beschreibungen der Gesichtserscheinungen veranlaßt, in denen er die Lineamente anatomischer Präparate, mit denen er sich viel beschäftigt, dann und wann wieder aufleuchten sah, von einem Gedächtnisse der Sinne

[illegible]erbei, welches Einige auf eine materielle Fixirung der Eindrücke basirten. Allein jene Visionen scheinen zur Begründung dieser Annahme untauglich. Man würde, um eine solche Fixirung zu bewirken, annehmen müssen, was sehr unwahrscheinlich ist, daß nämlich die Lineamente der Figuren während der ganzen Zeit der Beschäftigung unveränderlich auf dieselben Stellen der Netzhäute gefallen wären, indem sich sonst die verschiedenen Fixirungen dieser Bilder bis zu einem gestaltlosen Lichtscheine würden verschmolzen haben. Allein dies ist nicht nur an sich unwahrscheinlich, sondern bei einer wissenschaftlichen Beobachtung eines Objectes unmöglich. Man könnte höchstens noch dies eine einwenden, daß diese Fixation nicht in der Netzhaut, sondern im Centralorgane geschehe, und daß hierfür die Bahn, in welcher die einzelnen Eindrücke ankommen, gleichgültig sei. Allein dies consequent durchgedacht, würde nur ergeben, daß man überhaupt keine Figuren sehen könne, da bei diesen doch offenbar die Distanz ihrer Punkte auf der Netzhaut das Einzige ist, was diese Punkte unterscheidet. Es scheint mir mithin nothwendig, für diese Visionen eine andere Erklärung zu suchen, und ich glaube hier bei der Meinung stehen bleiben zu müssen, die ich bereits früher geäußert. Subjective Empfindungen werden dann von einem körperlichen Reiz des Nerven ausgehen können, wenn sie bloße elementare Functionsäußerungen, Lichtklumpen, Flammen u. s. f. sind, oder wenn sie keine andere Combination zeigen, als die, welche aus der gleichzeitigen Reizung der ihrer Lage nach bestimmten Nervenenden hervorgeht. Es mag daher wohl bestimmte stabile Gesichtserscheinungen geben, die aus dem feineren Bau der Netzhaut entspringen und sich unter sehr verschiedenen Umständen zeigen können. Wo dagegen specielle der Erinnerung angehörige Gegenstände den Inhalt der Visionen bilden, da werden wir sie aus einer jener eben erwähnten Rückwirkungen der Seelenthätigkeit auf die körperlichen Organe zu erklären haben. Wir wissen, daß diese Rückwirkung gewöhnlich nur in der Richtung der Bewegungsorgane stattfindet, wenigstens in merklichem Grade; allein unter besonderen Umständen erhöhter Erregung in einem sensiblen Organe kann sie gewiß auch in diesem bemerkbar werden. Wir müssen daher zwar unentschieden lassen, ob nicht mit jeder Vorstellung eine solche Rückwirkung in unbedeutendem Grade verbunden ist, allein dies kann für jetzt in der That auch dahingestellt bleiben; nur darauf kam es hier an, daß keine Nothwendigkeit vorliegt, Processe im Nervensysteme für nie fehlende excitirende Voraussetzungen der Erinnerungsbilder anzusehen. Wir werden diese vielmehr für die eigentlichen Thätigkeiten der Seele zu nehmen haben. Das, was man die Stärke der Vorstellungen genannt hat, wird uns noch einmal auf diesen Punkt zurückführen.

14. Wir haben in dem Vorigen die Mittel angeführt, mit denen die Seele sich die Anschauung einer geordneten Welt verschaffen soll. Zu ihnen gehören jedoch noch zwei Erscheinungen, deren wir hier nur gedenken, ohne ihre Betrachtung einem späteren Zusammenhange entreißen zu wollen, das Gedächtniß und die Associationen. Daß die einzelnen Vorstellungen aus dem Bewußtsein entschwinden, daß sie solche, in ihrem Zustandekommen völlig unbekannte Verknüpfungen mit einander eingehen, um später wiederbelebt auch die verbundenen Vorstellungen mit in's Bewußtsein zurückzuführen, sind bekannte Thatsachen, die wir in der Folge zur Hilfe nehmen müssen, ohne noch auf die Schwierigkeiten einzugehen, welche sie enthalten. Wir gehen also zu den ersten Anfängen der Localisation der Empfindungen über, welche, wie wir sehen werden, sich auf die Qualitäten derselben stützt. Wir werden

jedoch hierbei uns begnügen müssen, weniger Aufgaben zu lösen, als sie zu trennen. Mehreres bleibt hier zurück, was bis jetzt einer genügenden Erklärung durchaus unfähig scheint; Anderes werden wir freilich auch finden, was nur dann als ein Räthsel erscheinen kann, wenn man mit völlig unrichtigen Vorstellungen zu der Analyse dieser Phänomene kommt.

III. Die Localisation der Empfindungen.

15. Denken wir uns die Seele, wie wir unstreitig hier müssen, als begabt zwar mit qualitativ bestimmten Empfindungen, aber an sich jeder räumlichen Anordnung fremd und unkundig, diese mannichfaltigen Empfindungen nur in der Weise der Töne gegenseitig verbunden hegend, und fragen wir, wie sie nun dazu kommt, dieses Material in räumliche Formen zu gießen, so scheint uns das sogenannte Gesetz der excentrischen Erscheinung in der Nervenphysiologie die erste organische Grundbedingung dieser Localisation darzubieten. Indessen wird diese Hoffnung bald zu Schanden. Gegen jenes Gesetz nämlich, so wie es früher ausgedrückt wurde, daß immer das peripherische Ende der Nerven der Ort sei, wohin die Empfindung durch jede seiner irgendwo entstandenen Veränderungen verlegt werde, thut Erfahrung und Theorie gleichmäßig Einspruch. Weder Töne noch Farben verlegen wir an dies Ende, sondern in einen äußeren Raum, daß aber der Inhalt jenes Gesetzes, selbst wenn es richtig wäre, keine primitive, sondern immer nur eine sehr abgeleitete Erscheinung sein könnte, ergiebt sich daraus, daß wir dann der Seele eine Kenntniß des Ortes der Nervenenden schon zuschreiben müßten, womit dann das Meiste von dem gegeben wäre, was wir in dieser Frage nach der Localisation erst suchen. Denn dies ist der hauptsächlichste Fehler, den man gewöhnlich hier macht, daß man annimmt, die Seele habe eine fertige Anschauung des ganzen Raumes schon vor sich und deliberire bloß noch, in welchen Strahl der Windrose und in welche Entfernung sie die Empfindung, die einem Eindrucke folgt, placiren wolle. Diese Vorstellung des Aeußeren, in welches hinein die Seele ihre Objecte setzen soll, ist aber im Gegentheile eine abgeleitete, und sie bildet sich, wie wir später sehen werden, aus mehr als einer Quelle zugleich aus. Hier bleibt uns vor der Hand nichts übrig, als dem Gesetze der excentrischen Erscheinung die andere tautologische Bedeutung zu geben, daß jeder Empfindungsreiz im Nerven, mag er diesen berühren wo er will, eine Empfindung hervorruft, die jederzeit an dieselbe Stelle verlegt wird, oder mit anderen Worten, daß die Localisation derselben nur von ihrer Qualität, nicht von dem Orte ihrer Entstehung abhängt, weil von dem letzteren nicht, abgesehen von aller Qualität, noch eine besondere Kunde zum Bewußtsein gelangen kann. Welches nun aber der Ort ist, an den alle Empfindungen desselben Nerven verlegt werden, dies bleibt dabei noch völlig unbestimmt. In der letzten Zeit haben besonders die vortrefflichen Untersuchungen von Volkmann dem Gesetze der excentrischen Erscheinung seine letzten Stützen geraubt. Ich muß mir versagen, hier genauer auf den Inhalt seiner Betrachtungen einzugehen, mit dem ich nicht vollständig übereinstimmen kann; aber darauf muß ich aufmerksam machen, daß seine Ansichten keineswegs ein neues Licht über diesen Punkt verbreiten, sondern uns vielmehr durch Entfernung des trügerischen Lichtes, das uns bisher diese Gegenstände beleuchtete, in ein neues Dunkel hineinführen. Man wird dies natürlich nicht als einen Vorwurf deuten. Die Beobachtung der isolirten Nervenfasern, die wir in allen Sinnesorganen

finden, hatte in der neuern Physiologie zu der Annahme geführt, daß kein Reiz einen bestimmten Eindruck hervorbringen könne, es sei denn, daß er in der geschlossenen Bahn einer solchen Faser bis zu den Centralorganen geleitet würde, deren hierbei vorausgesetzte Wirksamkeit nicht weiter analysirt wurde. Dafür sollte aber auch innerhalb einer solchen Bahn keine Verschiedenheit des Vorganges und des Ortes seiner Entstehung einen Einfluß auf den Ort seiner Projection haben. Nach Volkmann ist dagegen eine und dieselbe Faser im Stande, vielleicht zehn Eindrücke an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes aufzunehmen und für jeden die Wahrnehmung desselben an dem Orte seiner wirklichen Entstehung zu vermitteln. Es ist nicht zu leugnen, daß auf den ersten Anblick diese Ansicht die ganze Unerklärlichkeit eines unvermittelten Wissens wieder in diesen Gegenstand einführt; denn auf welche Weise die Seele zu unterscheiden vermöchte, aus wie großer Entfernung, oder von welchem Orte aus ein empfindungserzeugender Vorgang an sie gelangt, läßt sich gar nicht angeben, da die Verschiedenheit der Stärke, an die man etwa denken könnte, noch außerdem Gegenstand einer besonderen Wahrnehmung ist. Volkmann bemerkt hierzu, daß diese Thatsachen nur Denen unbequem sein können, welche an der Vorstellung kleben bleiben, daß die Seele im Gehirne ihren Thron aufgeschlagen habe und den herbeiströmenden Empfindungsreizen hier sitzend Audienz ertheile. Wir seien jedoch an diese Vorstellungsweise nicht gebunden *). In der That sind wir nun an das Komische dieses Ausdruckes nicht gebunden; aber die Ansicht selbst, die hier verworfen wird, scheint mir nicht ebenso unmotivirt. Wenn Volkmann hinzu fügt, es sei auch denkbar, daß etwas dem physischen Principe Angehöriges dem gereizten Punkte zuströme, um hier den Reiz zu finden, so mag zwar diese Ansicht der Seele nicht unwürdiger sein, als die erste, allein sie ist ganz unmöglich, und ich muß meinem verehrten Lehrer gegenüber darauf beharren, daß wir in der That in unseren Erklärungsversuchen mehr gebunden sind, als es ihm scheint, und daß nicht jede denkbare Hypothese hier Zutrauen verdient. Ich will nicht fragen, wie man sich dieses, dem physischen Principe angehörige Etwas oder seine Bewegung im Körper denken soll; mag sie auch geschehen, was kann sie je helfen? Angelangt an den Ort des Reizes würde dieses Etwas ihn nicht anders empfinden, als an jedem andern Orte, es würde höchstens irgend eine Nebenempfindung von der Länge des zurückgelegten Weges haben können; aber wie sollte es dazu gelangen, zu erfahren, daß dies Gefühl jenem zurückgelegten Raume angehöre, und wie könnte es die Richtung, in der es selbst vorwärtsgeschritten ist, je in ihrem bestimmten Verhältnisse zu anderen überblicken? Alles das würde nöthig sein, um diese Empfindung jedes Reizes an seinem Orte zu erklären; leistete die Seele aber das, so würde sie nur ein mit anderen Sinnen, und zwar ebenso unerklärlichen, ausgestattetes Individuum sein, das in unserem Leibe sich ebenso hin- und herbewegte, wie wir mit sammt dem Leibe und seinen Sinnen in der äußeren Welt. Finden können wir an einem bestimmten Orte etwas nur dann, wenn wir den Ort mit seinen Umgebungen schon vorher übersehen; die Bewegungen eines psychischen Principes können dies aber nicht leisten. Es bleibt mithin für uns allerdings gar keine andere Ansicht übrig, als diese, daß die Empfindung, wie Volkmann sagt, durch eine Welle entstehe, die vom gereizten Punkte ausgehend, an das Sensorium anschlägt, und die Schwierigkeit bleibt, wie die Seele erkennen soll, von wie

*) S. dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 573.

weit her diese Welle kommt. Um aber zu sehen, in wie weit sie sich beseitigen läßt, müssen wir erst den Werth einer andern Ansicht prüfen, die hiermit nahe zusammenhängt, nämlich der von der Isolation der Nervenfasern.

16. Sehen wir, daß die Natur sich große Mühe mit der Herstellung abgeschlossener Bahnen für die Leitung eines Eindrucks gegeben hat, so ist die nächste Folge die Annahme, daß durch diese Bahnen der Eindruck einem ganz bestimmten Punkte des Centralorganes zugeführt werden soll, und daß von der Stelle, an welcher er diese berührt, nicht nur seine Localisation, sondern auch seine Qualität vielleicht abhänge. Diese Meinung von der Wirksamkeit der Centralorgane krankt an einem bedeutenden Fehler, den wir oben schon erwähnten. Indem sie durch das Anspielen der einzelnen peripherischen Nerventasten einzelne Hämmer gleichsam im Gehirn sich heben läßt, muthet sie der Seele zu, sich mit neuen Sinnen diesem Schauspiel gegenüber zu stellen, und in diesem Falle alle jene räumliche Localisation schon zu verstehen, die wir hier erst zu erzeugen suchen. Sie setzt mit einem Worte voraus, daß die Seele einen Proceß a, weil er in einem gewissen Theile des Centralorgans erregt wird, auf eine bestimmte Stelle α in der Peripherie bezieht; und dies schließt denn das andere ein, daß die Seele es dem Processe a ansehen könne, von wannen er kommt, oder in welchem Theil des Centralorganes er befindlich ist. Es ist jedoch für uns aus dem Früheren schon eine zweifellose Ueberzeugung, daß alle Localisation nur auf verschiedener Qualität beruhen kann, und daß die Seele zwei Prozesse, die qualitativ durchaus keinen Unterschied zeigten, auch keineswegs an verschiedene Punkte zu localisiren Veranlassung finden kann. Ist dies aber so, so ist es klar, daß für diesen Zweck der Localisirung der Eindrücke die Isolation der Fasern ganz unnöthig ist. Sie sollen nicht den Eindruck auf einer bestimmten Straße zu einem bestimmten Eingangsthore geleiten, damit er um seines Durchtrittes durch dieses willen an einen bestimmten Ort verlegt werde, sondern dieser Ort wird ihm nach seinem qualitativen Aussehn zukommen, und die Seele wird nach diesem seine Heimat ebenso gut zu beurtheilen wissen, wie wir die Nationalität der Fremden während einer Messe nach ihrem Aussehn und nicht nach dem Thorberichte bestimmen. Es hilft hier Nichts, den Centralorganen noch irgend welche verborgenen Kräfte zuzuschreiben; mag immerhin ein Eindruck bei seinem Durchgange durch einen bestimmten Theil derselben einen spezifischen Beigeschmack bekommen, den er sonst nicht erlangt haben würde, und von dem später seine Localisation bedingt wird, in letzter Instanz wird es doch immer diese wie auch erlangte Qualität sein, die über jene entscheidet. In der Physiologie ist diese Ansicht nicht üblich, aber gleich wohl auch nicht unerhört. Ich will mich nicht auf van Deen's Versuche beziehen, nach denen nicht überall unverletzte Isolation der Leitung nöthig ist, um einen Reiz an seinen Bestimmmungsort zu bringen und ihn seine Wirkung erzeugen zu lassen; liegt doch der Respirationstheorie und den Ansichten über die Reflexbewegung, die Volkmann aufgestellt hat, ziemlich deutlich dieselbe Ueberzeugung zu Grunde. Gleichviel auf welchem Wege sich der Reiz der im Blute enthaltenen Kohlensäure fortpflanzt, und auf welcherlei Nerven er unterwegs treffen mag; als dieser bestimmte Reiz regt er nur in den respiratorischen Nerven eine gruppirte Bewegung an. Ich habe nun diese Bemerkungen hier nur um deswillen gemacht, weil daraus hervorgeht, daß die Aufhebung des Gesetzes der excentrischen Erscheinung uns eigentlich nur einen eingebildeten Vortheil raubt. Daß nach der frühern Meinung jeder einzelne Eindruck besonders in einem isolirten Kanale fortgeleitet wurde, konnte für seine Localisation nichts nützen; findet es sich nun, daß ein und dasselbe Nervenende mehrere

Eindrücke gleichzeitig leitet, so entsteht daraus auch keine größere Gefahr für diese; so lange nur die verschiedenen Processe sich unter einander nicht bis zu einer Resultante mischen, werden nach unserer Ansicht Vortheile und Schwierigkeiten ganz dieselben sein wie früher. — Aber man wird einwenden, daß nach dieser Annahme ja alle Faserung der Nerven völlig unnöthig sei. Wenn es sich so verhält, wie wir meinen, so hätte es auch genügt, wenn zum Beispiel die Netzhaut eine einfache Blase wäre, die durch einen einfachen Kanal mit einem centralen Behälter zusammenhinge. In diesem Kanale würden die verschiedenen Eindrücke auf die Netzhaut sich eben so ungestört fortleiten lassen, wie die Schallschwingungen, die einen Luftraum durchkreuzen. Dächte man sich die Seele an irgend einer Stelle dieses Centralraumes wirksam, so würde sie auf diese Weise ganz ebenso gut von allen diesen qualitativen Processen getroffen, und könnte jeden an eine bestimmte Stelle, seiner Qualität nach, projiciren, ohne daß dabei die Richtung seines Eintretens von Werth wäre. Ich will hierauf zuerst antworten, daß unsere Ansicht nur in größerem Maßstabe dasselbe thut, was auch die Volkmann'sche voraussetzen muß. Ist ein Nervenelement im Stande, zehn verschiedene Eindrücke zu leiten, so ist auch hier für diese das Princip der Faserung ganz unnütz, und man könnte eben so wohl für tausend Reize eine ähnliche Fortpflanzung annehmen, wenn man nur wüßte, daß mit der Mannichfaltigkeit derselben nicht innere gegenseitige Störungen eintreten, die bei einer geringen Anzahl vielleicht nicht vorkommen. Ich mache ferner darauf aufmerksam, daß bei dem Gehörorgan (auch bei dem Geschmack und Geruch in gewisser Hinsicht) doch ohne Zweifel diese Fortpflanzungsart stattfindet, obwohl die Faserbildung hier nicht weniger vorkommt, so daß trotz des gegentheiligen Anscheins doch die Nothwendigkeit der isolirten Nervenfasern in etwas anderem zu beruhen scheint, als man gemeinhin annimmt. Diese Betrachtungen fortzusetzen und uns namentlich die Bedeutung der Faserung für die erwähnten Sinnesorgane zu zeigen, wollen wir Anderen überlassen; auch ob Volkmann mit allen seinen Annahmen, besonders mit denen über die Netzhautbilder, ganz Recht hat, mag dahingestellt bleiben. Einstweilen wollen wir glauben, daß die Isolation der Fasern wenigstens im Auge den Zweck hat, die Vermischung zu vieler Eindrücke zu verhüten, denn daß eine solche für verschiedene Farben schon bei einer gegenseitigen Entfernung eintritt, bei der wir hellbeleuchtete gleichfarbige Linien noch unterscheiden, dürfte kaum zu bezweifeln sein.

17. Ich glaube, daß es nöthig ist, die vorigen sich etwas durchkreuzenden Bemerkungen zu resümiren, um zu wissen, auf welchem Punkte wir jetzt stehen. a) Die gewöhnliche aber irrige Voraussetzung war die, daß die Seele, um irgend einen Eindruck zu localisiren, nachsehe, an welchem Punkte der Centralorgane er anschlägt, und zu dieser Annahme gehörte nicht bloß die isolirte Leitung eines einzigen Eindrucks durch eine Faser ganz wesentlich, sondern auch das Gesetz der excentrischen Erscheinung. b) Wir haben dem entgegengesetzt, daß ursprünglich nur verschiedene Qualitäten von der Seele unterschieden werden können, und daß mithin, wenn überhaupt eine bestimmte räumliche Anordnung der Eindrücke erfolgen soll, der Platz, den Jeder hier einzunehmen haben wird, durch seinen Inhalt bedingt wird. Kann mithin ein Eindruck auch ohne isolirte Bahn sich ohne Beeinträchtigung seiner Qualität bis zum Sensorium fortarbeiten, so ist für ihn die isolirte Faserleitung unnöthig; sie wird wieder nöthig in dem Maße, als diese Vorbedingung nicht erfüllt ist. Bringt ferner die Verschiedenheit der Stellen, an denen der Eindruck im Verlauf der Nerven erregt wird, durchaus keine Verschiedenheit seines qualitativen Inhaltes

hervor, so ist das Gesetz der excentrischen Erscheinung in dem Sinne, wie wir es modificirt haben, nothwendig, d. h. die Seele muß jeden solchen Eindruck an dieselbe einmal gewohnte Stelle versetzen. Soll dies letztere aber nicht der Fall sein, so muß sich nachweisen lassen, daß der Eindruck, so wie die Orte seiner Entstehung variiren, zu seiner sonst sich gleichbleibenden Qualität noch ein variables Element hinzu bekam, an welches die Seele später sich hält, um ihm einen bestimmten Ort anzuweisen. Doch kann dies Element nicht in der wechselnden Stärke des Eindrucks bestehen, weil für jeden Grad der Intensität vielmehr alle diese Verhältnisse noch einmal wiederkehren. Wir wollen den Anfang der weiteren Betrachtung mit der Localisation der Farbenempfindungen des Auges machen, und hier zuerst eine Ansicht Herbart's beleuchten, die, wenn sie sich nur halten ließe, für alle Schwierigkeiten die einfachste Lösung darbieten würde.

18. Herbart geht mit Recht von dem Gedanken aus, daß auch dann, wenn wirklich die äußern Dinge in einer räumlichen Ordnung befindlich sind, ihre Einflüsse auf uns doch zunächst nur eine Mannigfaltigkeit von an sich unräumlichen Empfindungen hervorrufen können, und daß die wahrgenommene räumliche Anordnung dieser gänzlich von Neuem durch die Seele reconstruirt werden muß. Diese Wiedererzeugung beruht nach ihm auf der Succession der einzelnen Eindrücke und den abgestuften Verschmelzungen, welche sie dabei eingehen. Das ruhende Auge, bemerkt er, sieht keinen Raum, indem es sich hin- und herbewegt, erzeugt es ihn. Denn beim Vorwärtsgehen sinken allmählich die ersten Auffassungen in ihrer Intensität und verschmelzen während des Sinkens immer mehr sich abstufend, immer weniger und weniger mit den nachfolgenden. Beim mindesten Rückkehren gerathen dagegen sämmtliche früheren Auffassungen, begünstigt durch die eben jetzt hinzukommende Wiederholung, in's Steigen, und so wird jede Vorstellung allen übrigen ihre Plätze anweisen. Zu dieser Ansicht, deren weitere Ausführung man bei Herbart nachsehen mag [1]), müssen wir uns folgende Betrachtungen erlauben. In jedem Augenblicke unserer jetzigen Erfahrung übersieht auch das ruhende Auge sogleich ein ausgedehntes Sehfeld und findet in ihm die Gegenstände in ihren respectiven Lagen, ohne daß es der mindesten Bewegung bedürfte, um etwa den Totaleffekt der äußern Reize, der in einer intensiven unräumlichen Vorstellung bestände, durch jene abgestuften Verschmelzungen und ihre Summation zu reconstruiren. Daß dies jemals, auch nur in der frühesten Kindheit anders sei, ist nicht im mindesten wahrscheinlich, denn wenn das menschliche Kind darüber in Zweifel ließe, so würden uns viele Thiere diesen Zweifel benehmen. Sollen mithin Herbart's Worte bedeuten, daß das Auge zunächst nur einzelne Punkte sehe, so fußte dieser Ausspruch auf keiner Erfahrung; es ließe sich aber zum Ueberflusse beweisen, daß unter solchen Umständen, namentlich wenn sie bei anderen Sinnen wiederkehrten, jede räumliche Anschauung unmöglich werden würde. Durch Verschmelzungsabstufungen successiver Vorstellungen bleiben mithin die einfachsten Thatsachen unerklärt. Es läßt sich jedoch hieran noch eine allgemeinere Betrachtung knüpfen. Auch dann nämlich, wenn eine solche Summation sich folgender Eindrücke hier stattfände, ließe sich noch gar nicht absehen, wie sich daraus gerade räumliche Vorstellungen entwickeln sollten. Das Auge habe zuerst den Punkt a gesehen und diese Empfindung mit dem Muskelgefühle α associirt; es gehe zum Punkte b über durch das Muskel-

[1]) Psychologie, Bd. II. S. 127 ff.

gefühl β, zu c durch das Gefühl γ u. s. f. Nun mag es sich zurückwenden und so allmählig die Reihe dcba rückwärts durchlaufen, deren jeder Punkt mit den entsprechenden Muskelgefühlen $\delta, \gamma, \beta, \alpha$ sich verknüpft. Wie man sich auch diesen Proceß variirt denken mag, so entsteht doch daraus von selbst noch nicht die Nothwendigkeit, daß diese Punkte als räumlich neben einander befindliche angesehen werden müßten. Vielmehr müßte dazu noch Jemand da sein, welcher zu der mit ihren Associationen aus Farben und Muskelgefühlen beschäftigten Seele sagte: wenn du erst von a bis d eine Reihe Vorstellungen erzeugt hast, und du erzeugst die andere Reihe d bis a, so ist die letztere nicht eine ganz andere, die sich an die vorige anfügt, so daß die Gesammtheit deines Vorstellens die Reihe abcddcba wäre, sondern die zweite Hälfte davon ist nur die wiederholte Vorstellung derselben Objecte, welche die erste Hälfte darstellt, so daß das Object einfach und feststehen geblieben ist, während das Vorstellen sich an ihm hin- und herbewegte. Oder kürzer, es müßte der Seele noch einmal besonders gesagt werden, daß sie nicht eine ganz gleiche, aber andere, sondern dieselbe Reihe durchmißt. Man kann dies nicht deutlicher machen, als durch ein Beispiel, in dem alle obigen Bedingungen vorkommen, aber ohne den ihnen zugeschriebenen Erfolg. Singen wir die Töne abcd der Scala, so verknüpft sich mit jedem ein eignes Muskelgefühl; singen wir sie rückwärts, so kehren diese ganz entsprechend wieder; variiren wir diesen Versuch, wie wir wollen, so zeigt er den ganzen Reichthum solcher abgestufter Verschmelzungen, wie sie Herbart verlangt; aber die umgekehrte Scala deckt doch nicht in verkehrter Richtung die aufsteigende; es wird aus alle dem nichts Räumliches. Damit dies entstehe, ist vor allen Dingen ein Erforderniß nothwendig; es müssen mehrere Vorstellungen gleichzeitig und in ganz bestimmten Verhältnissen gegeben sein, so daß der eine Theil derselben noch nicht verschwindet, während die Bewegung einen neuen herbeiführt, der sich nun sogleich an diesen Rest in bestimmter Bedeutung anschließen kann. Könnte das Auge nur einen Punkt sehen und würde durch jede Drehung es dergestalt in eine ganz neue Welt versetzt, daß es mit völligem Verschwinden des vorigen einen ganz neuen Eindruck erhielte, so wäre es ganz unmöglich zu enträthseln, was denn durch diesen Uebergang eigentlich bewerkstelligt worden sei, und wie sich das Neue an das Alte verknüpft. Dieser Punkt erfordert später noch eine andere Ueberlegung.

19. Leistet nun die Succession der Vorstellungen nicht das Verlangte, so wollen wir auf dem oben 17, b erwähnten Wege versuchen, wie weit sich in der Erklärung des augenblicklichen, geometrisch angeordneten Gesichtsfeldes kommen läßt. Es sind auf der Retina viele Punkte von völlig gleicher Farbe gegeben; wie kann die Seele ihnen anmerken, wo sie empfunden sein wollen? Daß nun das variable Element, welches wir hier suchen, in irgend einer leisen Verschiedenheit der Qualität bestehe oder in irgend einem bestimmten Nebengefühl, das sich an eine gewisse Stelle der Retina bei deren Reiz unmittelbar knüpfte, ist bei der gleichartigen Mischung und Structur derselben sehr unwahrscheinlich. Dagegen könnte ein anderes Phänomen einige Aufklärung versprechen. Schon das Kind, wenn ein glänzender Gegenstand von der Seite her seine Retina bescheint, wendet die Augen so, daß dieser in die Richtung des deutlichsten Sehens fällt. Bei dieser Bewegung sind uns weder die Reize, durch welche das schief einfallende Bild sie hervorruft, noch das Mittel klar, durch welches wir sie gerade nach der bestimmten, verlangten Richtung vollziehen. Man hat auch solche Fähigkeiten gewöhnlich freigebig von Associationen der Vorstellungen und Gefühle abgeleitet; indessen, obwohl ich zugebe, daß

auch eine zuerst ganz ungeordnete Bewegung des Auges leicht eine Menge von Erfahrungen darbieten kann, mit deren Hilfe diese Bewegung später regulirt würde, so glaube ich doch, daß die Natur solche Processe etwas bestimmter durch organische Hilfsmittel vorgebildet hat. Auch diese Bewegung möchte ich daher als eine Reflexbewegung ansehen, die von der gereizten Stelle der Retina abhängt, und das gesammte Muskelsystem des Augapfels eine Bahn durchlaufen heißt, welche den Punkt des deutlichsten Sehens jenem früher gereizten substituirt. Bei diesem Geschäfte würde sich für jeden einzelnen Punkt die Gesammtleistung auf eben so eigenthümliche, für jeden einzelnen Fall verschiedene Art auf die verschiedenen Muskeln des Auges repartiren, wie auch die drei rechtwinkligen Coordinaten des gereizten Ortes, auf irgend welche feststehenden Axen bezogen, eine unerschöpfliche Menge verschiedener Combinationen darbieten würden. Träfe mithin irgend ein qualitativ bestimmter Reiz eine bestimmte Stelle der Netzhaut, so würde es zwar hier nicht um dieses Auffallsortes willen ein variables Element aufnehmen, das seine Qualität veränderte, oder als eine neue Empfindung daneben gefühlt würde, wohl aber würde jeder gereizte Punkt eine ihm allein zukommende Combination von Bewegungstendenzen in den Muskeln des Auges bedingen, und an dieser Nebenwirkung, durch welche der Punkt sich gewissermaßen selbst die Coordinaten seines Ortes bestimmt, würde auch die Seele ein Motiv haben, dem Eindrucke ganz abgesehen von seiner Qualität, die ja für jeden Punkt der Netzhaut jede mögliche sein kann, eine bestimmte Stelle gegen andere anzuweisen. Damit der Sinn dieses Gedankens nicht falsch verstanden werde, füge ich noch Folgendes hinzu. a) Auf den ersten Anblick scheint diese ganze Vorrichtung so künstlich, daß sie um so weniger Vertrauen verdient. Das fühle ich selbst auch; nichts desto weniger ist doch eine solche verwickelte Messung der Orte der Netzhautreize erfahrungsmäßig gegeben; was aber durch eine Reihe von Associationen, wie andere wollen, entstehen kann, das muß auch, und muß vielleicht noch sicherer entstehen können, wenn solche Associationen in den mechanischen Beziehungen der Theile schon präformirt sind. b) Es ist dann schon oben erwähnt worden, daß wir die Reize, durch welche wir zur Einstellung der Augenaxe nach einem Punkte bewogen werden und die Mittel, durch die wir sie ausführen, nicht mit Bewußtsein wahrnehmen. Dasselbe soll auch hier gelten. Jene Bewegungstendenzen haben nicht nöthig, sich im Bewußtsein durch ein besonderes Gefühl geltend zu machen, und die Seele sitzt nicht, diese Acten beurtheilend, zu Gericht, um nach Maßgabe jener Combinationen dem Eindrucke seine Stelle erst anzuweisen; sondern dies alles ist eine Geschichte, die vor dem Bewußtsein sich ereignet. Unsere Voraussetzung war nur diese: durch jeden äußeren Sinnesreiz wird zuerst die Seele in irgend einen Zustand versetzt, den wir nie zu Gesicht bekommen; wir werden uns nur der Qualität der Empfindung bewußt, die auf eine nicht weiter zu analysirende Weise aus ihm folgt. Ebenso werden nun jene Bewegungstendenzen, die wir angenommen haben, jenem Zustande noch einen andern hinzufügen, den wir eben so wenig zu Gesicht bekommen, der aber die Ursache der bestimmten Localisation ist, so wie jener die Ursache der Qualität der Empfindung. In beiden Fällen ist nur das Ergebniß im Bewußtsein, sein Verwirklichungsgang nicht. c) Endlich haben wir nicht ohne Absicht oben, 17 a, gesagt, daß, *wenn überhaupt* eine räumliche Anordnung der Empfindungselemente stattfinden soll, dann der Platz eines jeden durch seinen Inhalt bestimmt werden müsse. Wenn wir nämlich nichts erschleichen wollen, so müssen wir zugestehen, daß aus allen bisher angenommenen Einrichtungen doch an sich noch die Nothwendigkeit nicht folgt, daß die durch jene Combinationen von

Bewegungstrieben bedingte gegenseitige Ordnung der Empfindungen sich gerade als eine räumliche Anordnung darstellen müsse. Durch alle jene Verhältnisse ist nur eine vielfach gegliederte Abstufung von Beziehungen bedingt; daß aber die Beziehung zweier Punkte sich zuletzt in Gestalt einer bestimmten Entfernung beider darstellt, ist daraus durchaus nicht mit Nothwendigkeit abzuleiten. Wir können daher die Production des räumlichen Charakters dieser Ordnung nur in dem Wesen der Seele selbst begründet finden, und kommen so allerdings zu der **Kantischen** Annahme zurück, daß der Raum nur als eine unserer Seele eigenthümlich angehörige Form der Anschauung zu betrachten sei. Das Vorige aber enthält, diese allgemeine Fähigkeit der Seele vorausgesetzt, einen Versuch, die Motive darzustellen, warum die einzelnen Empfindungen in dieser ihrer Form sich ihre bestimmten Plätze suchen, und zwar auch dann, wenn keine successive Wahrnehmung sie ihnen anweis't, sondern ein ganzes Sehfeld gleichzeitig überblickt wird. Daß übrigens von allen Theilen der Netzhaut nur eine sehr kleine Stelle ein völlig deutliches Sehvermögen besitzt, und daß eine bestimmtere Wahrnehmung der Gestalt eines ausgedehnten Gegenstandes allerdings erst durch Bewegung des Augapfels vermittelt wird, welche successiv die Theile des Gegenstands unter diesen Focus bringt, bleibt nebenbei immer bestehen; nur durfte man darüber die immer vorhandene gleichzeitige Wahrnehmung durch indirectes Sehen nicht vernachlässigen.

20. Die vorigen, schon sehr langwierigen Bemerkungen haben doch erst das einfachste Phänomen des Sehens betrachtet, nämlich die gegenseitige Lage der Farbenpunkte in einer Fläche. Zweierlei Fragen pflegen damit gewöhnlich noch verbunden zu werden, die nach dem Aufrechtsehn der Objecte bei verkehrtem Netzhautbilde und die nach der Projection der Objecte nach außen. Hierin können wir viel kürzer sein, denn dies ist die Region nur scheinbarer Räthsel. Wir wollen einmal nicht sagen, daß das Bild des Objectes verkehrt auf der Netzhaut stehe; denn wenn man dies ein Bild nennt, so knüpft sich daran immer der falsche Nebengedanke, als sei für die Seele eine Veranlassung da, diese Affection der Netzhaut so wahrzunehmen, wie sie ist. Wir wollen lieber sagen: wenn wir mit unserm, wie auch immer zu erklärenden Sehen gleichzeitig ein Object, gleichzeitig aber auch die Sammlung der Strahlen dieses Objects auf einer zweiten Netzhaut beobachten, so finden wir, daß zwar die Strahlen von der Netzhaut, die wir beobachten, uns ganz in derselben gegenseitigen Ordnung, aber in der entgegengesetzten Lage auszugehn scheinen, als in welcher sie von dem direct gesehenen Gegenstande kommen. Was wir in dem beobachteten Auge sehen, setzen wir mit Recht auch im eigenen während des Sehens voraus; die Lage der Strahlen wird in ihm umgekehrt sein, wie am Objecte; daher wird auch die Lage der Strahlen, die von der beobachteten Retina in unsere fallen, noch einmal umgekehrt werden. Hierdurch ist bewiesen, daß es überhaupt für die Localisation unserer Empfindungen einen Unterschied macht, in welcher absoluten Lage sich ein und dasselbe Bild auf der Retina entwickelt, denn wir bemerken an dem empfundenen Bilde entgegengesetzte Lagen, wenn das Netzhautbild entgegengesetzte annimmt. Ich kann beinahe gewiß voraussetzen, daß man diese Bemerkung zu der Klasse der unnützesten Weisheit rechnen wird, sie enthält aber dennoch zweierlei, was ich den physiologischen Optikern dringend ans Herz legen möchte. Erstens versteht es sich ganz und gar nicht von selbst, daß das Auge nicht blos im Stande sein werde, die relativen Entfernungen der einzelnen Farbenpunkte von einander zu schätzen, sondern daß es auch fähig sei, zu beurtheilen, um wie viel Grade ein sich in seiner innern Structur ganz gleichbleibendes Bild in einer auf der Axe des deutlichsten Sehens normalen

Ebene herumgedreht werde. Es könnte recht gut auch blos das erste stattfinden, so daß wir die Verschiedenheit der Stellungen eines Bildes gar nicht gewahr würden, denn diese letztere muß offenbar auf einer irgendwie geschehenden Vergleichung mit einem andern Raume beruhen. Und das Zweite ist nun, daß der obige Ausdruck des Phänomens allein der richtige ist, denn er vermeidet, das einzumischen, wovon die Erscheinung gar nichts sagen kann. Sie sagt nämlich nichts davon, daß die Lage des Netzhautbildes die verkehrte, die des Gegenstandes die aufrechte sei, denn das Alles beruht auf Vergleichungen mit fest vorausgesetzten Axen der Richtung, die wir noch gar nicht besitzen; sie sagt nur, daß wo zwei Netzhautbilder entgegengesetzt liegen, da auch dieser Gegensatz sich im empfundenen Bilde zeigen werde. Wie dies nun zugeht, wollen wir später zu zeigen versuchen, und dies durch eine kurze Kritik einiger hierher einschlagender Ansichten einleiten.

21. Man stellt die Frage gewöhnlich so: warum sehen wir, da das Netzhautbild verkehrt steht, gleichwohl die Gegenstände in ihrer natürlichen Lage? Hierauf war die einfachste Antwort, man sehe Alles verkehrt, und dadurch komme Alles in seine richtige gegenseitige Lage. Diese Antwort ist, wie ich glaube, einer bestimmten Widerlegung fähig. Es ist eine Thatsache, daß unsere Ortbestimmungen durch Tastsinn und Muskelgefühl genau mit denen des Gesichtssinnes stimmen; man muß sehen, ob sich dies Factum mit jener Annahme verträgt. Es bezeichne s die Stirn, f den Fuß, die Linie fs die wirkliche Stellung des Körpers Lassen wir zwischen f und s irgendwo die Retina sein, in der sich das Bild des Körpers verkehrt abbildet. Sehen wir nun Alles verkehrt, so sei σφ eine Linie, welche die scheinbare Stellung des Körpers andeutet. Sie wird zum Theil die vorige decken, wir wollen aber annehmen, der leichten Uebersicht halber, σφ sei gerade die Verlängerung von fs nach entgegengesetzter Richtung, so daß fsσφ in seiner ersten Hälfte die wahre, in seiner zweiten die scheinbare Stellung des Körpers angiebt. Nun ist leicht zu sehen, daß wenn eine Hand sich zum wirklichen Fuß f begiebt, nach denselben Gesetzen verkehrter Projection sich immer das Bild der Hand zum Fußbilde φ bewegen muß. Sobald dies letztere an φ angelangt, gelangt auch die wirkliche Hand nach f, gesehene und gefühlte Berührung sind daher in vollständiger Uebereinstimmung. Und so in einer Unzahl anderer Fälle, die ich hier nicht anführen kann, und die durchaus zu Gunsten jener Hypothese zu sprechen scheinen. Es läßt sich indessen schon im Voraus erwarten, daß, wenn überhaupt eine Discordanz eintritt, sie gewiß nur im Bereiche desjenigen Organes stattfinden werde, von dem es kein gesehenes Bild gibt, nämlich im Auge. Es sei zuerst in fsσφ an der Stelle der Retina eine darauf senkrechte Linie nach der vordern Seite des Körpers gezogen, die mithin zwei rechte Winkel mit der wahren sowohl als mit der scheinbaren Längenaxe des Körpers macht, und diese Linie bedeute die Richtung der gerade ausstehenden Augenaxe. Bewegt man das Auge nach dem wirklichen Oben, so macht seine Axe mit der wirklichen Axe des Körpers jetzt nach unten und vorn einen stumpfen Winkel, wovon man sich durch das Tastgefühl überzeugen kann, oder auch durch das Gesicht, indem hier nur eine Größenvergleichung zweier Winkel stattzufinden braucht, bei der alle jene Schwierigkeiten der Richtung keine Irrung weiter machen können. Zu gleicher Zeit verschwindet das Bild des Fußes aus dem Sehfeld. Die Combination dieser zwei Effecte ist verständlich, sobald man annimmt, daß wir den Körper in seiner wirklichen Richtung sehen, sie wird unverständlich und unmöglich bei der Annahme, daß wir alles verkehrt sehen. Es ist nämlich leicht einzusehen, daß irgend ein Theil der wirklichen Körperaxe um so weniger sichtbar

wird, je näher die Augenaxe senkrecht auf dieser steht, denn dann kann kein Strahl jenes Theils die Netzhaut treffen; er wird um so deutlicher sichtbar, je kleiner der Winkel ist, den die Augenaxe nach seiner Seite hin mit der Körperaxe macht; hätte daher früher sich durch wenige Strahlen auch noch ein Fußbild φ entwickeln können, so muß es doch ganz verschwinden, wo die Augenaxe nach oben gerichtet, einen stumpfen Winkel mit der wirklichen Körperaxe macht. Dies kann sie aber nicht, ohne einen spitzen Winkel mit der scheinbaren Axe zu machen und zwar nach der Seite des Fußbildes φ hin. Wenn wir daher wirklich Alles verkehrt sähen, so müßte in dem Augenblick, wo das Fußbild durch Drehung des Auges verschwindet, unser Tastgefühl zwar uns sagen, daß der Winkel der Augenaxe mit der wirklichen Körperaxe nach unten größer geworden ist, aber gleichzeitig mußte dieselbe Augenaxe einen spitzen Winkel mit der gesehenen scheinbaren Richtung des Körpers nach der Seite des scheinbaren Unten einschließen. Dies ist die einzige Discordanz, die eintreten könnte. Aber es ist augenfällig, daß sie nicht eintritt. Denn lassen wir unser Auge sich so drehen, daß es allmählig dem Fußbilde entgegenkomme, so bemerken wir nicht, daß die Augenaxe auch nach dem scheinbaren Unten zu einen immer mehr sich verkleinernden Winkel beschreibt, und daß alle Verhältnisse so sind, wie sie beim Aufrechtsehn sein müssen. Wir können daher nicht zweifeln, daß diese schwer auszudrückende und anschaulich zu machende Discordanz nicht stattfindet, und daß wir die Gegenstände keineswegs verkehrt sehen.

22. Ist nun das Factum einer nochmaligen Umkehrung des Netzhautbildes, also des Aufrechtsehens der Objecte sicher gestellt, so kann man noch fragen, wie es bewerkstelligt werde. Die einfachste Antwort scheint zu sein, daß wir die Richtung der ankommenden Lichtstrahlen bemerken. Allein, abgesehen davon, daß diese Ansicht nicht mit anderen Thatsachen stimmen würde, wäre sie auch nichts als ein Ausdruck, aber keine Erklärung des Vorganges, denn es würde zu zeigen bleiben, wie wir Richtungen einer Bewegung wahrnehmen könnten. Dasselbe gilt von der Annahme, daß wir die Empfindung in die Normale verlegen, welche auf die Tangente des Angriffspunktes des Reizes gezogen ist. Suchen Andere diese Annahme dadurch zu stützen, daß das Sehen nicht bloßes Leiden, sondern organische Reaction sei, jede Reaction aber senkrecht auf dem Einfallspunkte des Eindrucks stehe, so kann dieser Satz, verständlich, wo es sich um einfache Bewegungen handelt, doch hier mit nicht viel mehr Recht angewandt werden, als wenn man sagen wollte, daß der Zorn senkrecht auf der Beleidigung stehe. Ich habe schon oben angedeutet, daß ich hier nur scheinbare Schwierigkeiten sehe, und der Grund, warum man sie sich geschaffen hat, ist nicht schwer zu sehen. Man findet nur das wunderbar, dessen Gegentheil wahrscheinlicher gewesen wäre. Und nun glaubt man, deswegen, weil auf der Retina das Bild in der Richtung b a stehe, sei es höchst unwahrscheinlich und seltsam, daß die Seele es in der Richtung a b wahrnehme. Man setzt mithin voraus, daß überhaupt beide Richtungen einer gewissen innern Nothwendigkeit nach eigentlich gleich sein sollten, aber es unbegreiflicherweise nicht sind. Dies ist der Kern des Irrthums. Aber auch, ehe wir ihn weiter beleuchten, ist wohl die Frage erlaubt, warum wir diese Schwierigkeit überhaupt doch erheben, noch ehe wir wissen, ob nicht durch Lagenveränderungen im Verlaufe des Sehnerven wirklich sich zuletzt das Bild den Centralorganen in einer noch einmal umgekehrten, mithin aufrechten Stellung präsentirt? Denn von der Fortpflanzung dieses Bildes machen wir doch alle die wirkliche Empfindung abhängig. Ob dies wahrscheinlich sei oder nicht, ist hier ganz gleichgültig, aber es giebt wenigstens gar keine bekannte anatomische Thatsache, die

auf eine besondere Sorgfalt hinwiese, mit welcher die Natur den Parallelismus der einzelnen Nervenfasern geschützt hätte, damit, wie Drobisch meint, jeder senkrechte Schnitt des Sehnerven eine verkleinerte Copie des Netzhautbildes enthielte. Könnte man sich dies bis zum Chiasma auch denken, darüber hinaus wird es nicht weit mehr möglich sein. Ich meine mithin, daß diejenigen, die nun einmal glauben, die Seele müsse das Bild in derselben Stellung sehen, in der es sich befindet, zur Erklärung immer noch darauf würden provociren können, daß es im Verlauf des Sehnerven diese Stellung noch mehr als einmal wechseln kann. Allein, wenn nun endlich wirklich dieses Bild in aufrechter Stellung in den Centralorganen ankäme und sich den erstaunten geistigen Augen der Seele präsentirte, die mit Verwunderung bemerkt, daß sie das Sehen, welches ihr eben erklärt werden sollte, noch einmal unerklärt in Bezug auf dieses Bild ausüben soll, was wäre dann damit gewonnen? Offenbar gar nichts; die Existenz des Bildes in dieser Richtung erklärt nicht im Mindesten seine Wahrnehmung, weder in dieser, noch in einer andern Stellung; gerade so, wie die gegenseitige Lage der Theile des Bildes nicht wahrgenommen würde, weil sie da war, sondern von der Seele neu construirt werden mußte aus den abgestuften Nebenbestimmungen, die jeder Theil vermöge seiner Lage auf der Netzhaut mitbrachte, gerade so wird auch die aufrechte oder verkehrte Stellung des Bildes im Ganzen nicht wahrgenommen so wie sie ist, weil sie da ist, sondern auch sie muß neu construirt werden aus gewissen weiterhin zu betrachtenden Nebenbestimmungen. Um hier Schritt für Schritt zu gehen, wollen wir dies zunächst so ausdrücken: welches auch immer die wirkliche Lage des Bildes sein mag, so folgt daraus allein niemals die wahrgenommene Lage, läge das Bild quer oder halbverkehrt, so hätte es damit noch nicht das geringste Vorrecht, quer gesehen zu werden; steht es verkehrt, so ist gar keine Nöthigung vorhanden, daß es verkehrt, steht es gerade, keine, daß es aufrecht gesehen werde. So lange man sich hiervon nicht überzeugt, wird man hier immer Gespenster sehen. Wollen wir also zuerst die Wahrscheinlichkeiten prüfen, so müssen wir sagen, daß die mechanische Wahrscheinlichkeit für jede beliebige Stellung, in der wir das verkehrte Netzhautbild sehen könnten, ganz gleich groß oder gering ist, d. h. durch die wirkliche Stellung des Bildes ist über die Stellung des wahrgenommenen noch gar nichts präjudicirt, und wenn die Natur es so einrichten will, daß wir die Gegenstände immer ihrer wahren Lage gemäß auffassen, so hat sie dabei nicht die geringste Schwierigkeit mehr zu überwinden, als wenn sie machen wollte, daß wir verkehrt sehen. Teleologisch aber hat der erste Fall allein Wahrscheinlichkeit, alle andern haben gar keine. Wenn nun aber die Natur hier auch keine Schwierigkeiten zu überwinden braucht, so muß sie doch etwas thun, um aus der Unentschiedenheit herauszukommen, denn es ist allerdings nothwendig, daß jedem Punkte der Netzhaut sein bestimmtes Oben oder Unten zukomme. Diese Einrichtungen nun im Einzelnen genau anzugeben, kann nicht unsere Absicht sein, denn wir kennen sie nicht; im Allgemeinen aber haben wir auf das zurückzukommen, was wir oben als Grund für die Anordnung der Elemente im Netzhautbilde anführten. Betrachten wir nämlich dies Bild, ohne Rücksicht auf die gedachten äußern Gegenstände, deren Stellung anschauen wir ja nie anders als vermittelst jenes Bildes können, so wird die Stellung irgend einer Linie in diesem immer nur durch die eigenthümlichen Bewegungen beurtheilt werden können, die wir machen müssen, um irgend einen ihrer Punkte in die Richtung der Augenaxe zu bringen. Derjenige Punkt des Bildes ist oben, den die Augenaxe nur erreicht, wenn sie einen kleineren Winkel mit der Stirn nach vorne zu macht, derjenige unten, den

sie nur gewinnt, wenn sie diesen Winkel vergrößert, und ähnlich würden rechts und links sich bestimmen lassen. Ob die Lage dieses Bildes mit der des Gegenstandes übereinstimmt, ist eine andere Frage, die wir um der Uebereinstimmung des Sehens mit dem Tastgefühl willen oben bejaht haben. Hiermit ist aber auch die Antwort auf unsere jetzige Frage gegeben. Die Stellungen des Bildes sind nichts als Beziehungen desselben zu unserem Körper, und ebenso wie die Lage jedes einzelnen Punkts in ihm durch eine Combination von Bewegungstrieben vorgestellt wurde, so wird auch die Lage des Bildes danach beurtheilt werden, welche seiner Punkte eine aufwärtsstrebende, welche eine abwärtsgehende, welche endlich jene andern Bewegungen des Augenmuskelsystems provociren, die uns das Gefühl des Rechten und Linken geben. Die Kraft der Schwere und alle andern hierbei eingeführten metaphysischen Relationen sind dazu ganz nutzlos; genug, daß die Natur, was ihr eben so leicht ist, als jede andere Einrichtung ihr gefallen wäre, die Eindrücke auf der Netzhaut dergestalt mit den Bewegungstrieben des Auges associirt hat, daß zuletzt das Unten der Netzhaut uns als das Oben des Bildes vom Gegenstande erscheint und umgekehrt. Uebrigens dürfen wir nur noch die oben schon gemachte Erinnerung wiederholen, daß auch diese Provocation einer bestimmten Stellung durch Bewegungstriebe nicht eine im Bewußtsein zu findende, sondern ihm vorausgesetzte Reihe von Ereignissen sein soll.

23. Die Fragen, die wir durchgegangen haben, sind physiologisch eigentlich von wenig Belang; sie sind es auch psychologisch; aber weil es verdrießlich ist, in den physiologischen Behandlungen derselben gar zu oft völlig willkürlichen Annahmen zu begegnen, haben wir versucht, zu zeigen, wie sie sich mit dem einfachsten psychologischen Grundsatze, den wir an die Spitze stellen, nämlich dem, vertragen, daß als direct Wahrnehmbares und von der Seele Unterscheidbares nur die Qualitäten der Empfindungen gelten dürfen. Und gerade in Bezug auf diese Mißverständnisse erlauben wir uns noch folgende erläuternde Bemerkungen hinzuzufügen. Die Gewohnheit, an gewisse Umstände gewisse Folgen erfahrungsmäßig geknüpft zu sehen, verführt uns gar häufig, zu meinen, es könne nicht anders sein, und es verstehe sich ganz von selbst, daß aus diesen Präcedentien jene Wirkung fließe. Und doch ist das, was wir als solches Präcedens wirklich beobachten, in der Regel eine sehr unvollständige Bedingung des Erfolges. Jeder, wie er geht und steht, glaubt, es verstehe sich von selbst, daß der stoßende Körper dem gestoßenen Bewegung mittheile, und meint das nicht aus der Erfahrung zu wissen, sondern a priori bis denn bei weiterer Ueberlegung sich zeigt, daß in diesem scheinbar sehr einfachen Vorgange Schwierigkeiten genug liegen. So geht es uns auch hier mit der Localisation der Gesichtsempfindungen. Wer von einem Bild auf der Retina hört, hält sehr leicht die Sache für abgemacht, obwohl doch dieses Bild im Grunde nur das wahrzunehmende Object darstellt, und nun die Frage, wie die Wahrnehmung selbst zu Stande kommt, erst angeht. Es wird daher Einigen auch seltsam vorkommen, daß das Dasein eines Reizes in einem bestimmten Punkte des Sehfeldes nicht schon ganz von selbst auch die Wahrnehmung desselben an demselben Punkte erklären soll, warum vielmehr eine so complicirte Einrichtung an die Stelle dieser einfachen Correspondenz treten soll; Andern wird vielleicht hierdurch noch nicht genug erklärt scheinen, da wir die Bildung des Räumlichen durch die Seele doch oben noch als unerklärbar bezeichnet haben. Man kann hierauf im Allgemeinen dies erwiedern, daß uns überall in unsern Untersuchungen letzte Thatsachen aufstoßen werden, die nicht selbst in ihrem Zustandekommen noch beobachtet werden können; und zu diesen haben

wir das Factum gerechnet, daß die Seele überhaupt die Mannichfaltigkeit ihrer Vorstellungen räumlich anordnen könne. Hierbei aber konnten wir nicht stehen bleiben; wir mußten wenigstens zeigen, worin für die Seele das Princip der specifischen Auswahl beruhe, nach der sie den Empfindungselementen ihre Plätze anweist. Nicht also das Wunderbare räumlicher Anschauungen überhaupt sollte erklärt werden, sondern nur auf Grund und Boden dieses allgemeinen Wunders die Möglichkeit seiner bestimmten gesetzmäßigen Anwendung. Bei diesem Versuche sind wir auf Annahmen gekommen, die sehr verwickelt scheinen können, wenn man vergißt, daß in der That schon die äußeren brechenden Medien des Auges eine so genaue und vielberechnete Structur haben, die uns hier den Gedanken einer solchen Einrichtung, wie wir sie aufgeführt haben, doch nicht als zu complicirt erscheinen läßt. Dann aber regen andererseits unsere Betrachtungen noch eine Frage an, die einen gewissen allgemeinen Werth hat. Die geometrische Regelmäßigkeit der Spiegelung auf der Netzhaut ist so schön und durch die Zusammenstimmung aller Theile des Auges so genau angeordnet, daß der Gedanke eine verführerische Gewalt hat, von der Bewahrung dieser Regelmäßigkeit müsse die Gesetzmäßigkeit der Empfindung abhängen. Da nun offenbar die weitere Verbreitung der Sehnerven, ihr Chiasma, ihr Uebergang ins Gehirn es durchaus zweifelhaft machen, ob diese Anordnung des Bildes sich auch nur mit einiger Aehnlichkeit zu den Centralorganen werde fortpflanzen können, so haben manche gemeint, daß die Wahrnehmung in der That auch im Auge selbst, in der Netzhaut erfolge, wo alle Elemente noch in der größten Ordnung vorhanden wären. Eine solche Meinung müßte freilich noch viel detaillirtere Stützen in dem aus ihr nachgewiesenen Nutzen der anatomischen Structur der übrigen Theile haben, wenn sie bei der völligen Dunkelheit, in der sie uns über die Art und Weise der Mitwirkung der Seele läßt, auf weitere Widerlegung Anspruch haben sollte. Wir aber haben gesehn, daß die Regelmäßigkeit des Bildes gar nicht Gegenstand eines unmittelbaren Wissens der Seele ist, sondern von ihr von neuem wieder erzeugt werden muß. Uns wird daher die Wahrnehmung nicht im mindesten unklarer dadurch, daß das gesammte schöne Gebäude des Bildes im Verlauf zu den Centralorganen wieder eingerissen wird; seine Theile waren nur bestimmt, regelmäßige Associationen mit Zuständen anderer Art zu bilden, die wir aus dem System der Augenmuskeln herleiteten, und diese bedürfen zu ihrer Wirksamkeit und Festhaltung keiner besondern, weiter fortgepflanzten geometrischen Zeichnung. Ich glaube daher nicht, daß Jemandem die Anstalten der Natur, im Auge ein Bild erst zu erzeugen, zu groß scheinen werden im Verhältniß dessen, was dieses leisten soll; denn darauf mußte es allerdings ankommen, daß die Lichtstrahlen irgendwo den Körper in derselben Ordnung berühren, in welcher sie vom Gegenstand ausfahren, und darin allein beruht die Wichtigkeit dieses Bildes. So wie alle Vorgänge in andern Sinnesorganen, ist es nicht anders, als eine Annäherung des Objects bis zur Berührung mit einer für seinen Reiz erregbaren Fläche; so wie das Ohr die Schallwellen sammelt, um sie, die sich sonst an der für ihre Aufnahme wenig geeigneten Textur der übrigen Körperfläche wirkungslos zerstreuen würden, überhaupt auf den Weg der Einwirkung zu bringen, so ist das Auge eine Sammellinse, welche das Object mit Wahrung seiner Verhältnisse dem Körper näher bringt; aber eine Erklärung der Wahrnehmung liegt gar nicht in ihm. Es vertritt vielmehr blos die Stelle des Objectes. Und auch insofern ist das Netzhautbild nicht etwas Nothwendiges, sondern nur das Vollkommenste. So gut wir durch den Tastsinn, mit Hülfe mancher Associationen die gegenseitige Lage zweier Punkte zu beurtheilen im Stande sind, so

würden wir auch eine optische Raumanschauung haben können, wenn unsere Sehnervenfasern an die einzelnen Punkte des Körpers, den Tastnerven gleich, zerstreut wären. Auch dann, wo kein solches Bild in einer Fläche entstände, würden sich an die Reizung jeder Faser bestimmte Nebeneffekte knüpfen können, die der daraus entstehenden Empfindung ihre bestimmte räumliche Stelle neben andern in unserer Wahrnehmung anwiesen. Wir wissen nicht, ob etwas der Art in der Natur vorkommt, aber die musivischen Augen enthalten eine Annäherung dazu. Daß eine förmliche Ausführung der obigen Möglichkeit in dem übrigen Organisationsplane eines höhern Thieres sehr wesentliche Unzweckmäßigkeiten enthalten würde, begreift sich aber leicht, und eben so, warum wir die Isolirung des Sehapparates an einer bestimmten Stelle des Körpers für die vollkommenste Einrichtung halten müssen. Nur darf sie uns psychologisch nicht verführen, die Existenz einer Regelmäßigkeit mit ihrer Wahrnehmung zu verwechseln.

24. Wir haben bisher nur die Nebeneinanderordnung der einzelnen Farbenpunkte auf der Netzhaut zu einem Bilde betrachtet, ohne dessen Deutung auf einen äußeren Gegenstand zu berücksichtigen. Bis hierher bedurften wir der Associationen der Vorstellungen zu unserer Erklärung nicht, die weiteren Fragen aber namentlich schon in Bezug auf den Tastsinn werden sie nöthig machen. Hierüber dürfen wir jedoch kurz sein, da diese Dinge anderweitig schon auseinandergesetzt sind. — Für den mit Hilfe der Muskelbewegung allen Gegenständen entgegenkommenden Hautsinn können Größe, Lage, Härte, Gestalt der Dinge offenbar auch nicht Gegenstände einer unmittelbaren Wahrnehmung sein, sie müssen vielmehr auf ähnliche Art, wie von dem Gesichtssinne, aus einer mannigfachen Combination qualitativer Empfindungselemente reconstruirt werden. Ob die Qualität, welche die Hautnerven empfinden, ausschließlich in der Reihe der Temperaturgrade bestehe, und alle fernern Unterschiede des Rauhen und Glatten, des Trocknen und Feuchten auf verschieden bewirkten Successionen von Temperaturempfindungen beruhen, kann hier dahingestellt bleiben, jedenfalls kann nur durch eine solche Qualität, wie wir sie auch zuletzt nennen mögen, die Wahrnehmung jener abstracteren Verhältnisse gestützt werden. Aber alle diese Empfindungen des Tastsinns werden nicht nur größtentheils durch Bewegungen erst vermittelt, sondern auch die Beurtheilung der Festigkeit und des Widerstands der Dinge entsteht erst durch das Gefühl der Anstrengung zu ihrer Ueberwältigung, so daß der Tastsinn im Ganzen kein einfacher, sondern ein aus Hautgefühl und Muskelgefühl zusammengesetzter Sinn sein würde. Auf die anatomische Begründung des Muskelgefühls haben wir hier uns nicht einzulassen; Spieß hat neuerlich seine Existenz ganz bezweifelt und es durchaus auf das Gefühl der an die bewegten Muskeln anstoßenden Hautflächen zurückgeführt; ich kann diese Ansicht nicht theilen, obwohl ich selbst die Wichtigkeit dieser associirten Hautgefühle für eine andere Frage zugestehe. Die Gefühle der Ermüdung nach heftigen Muskelanstrengungen scheinen mir durchaus anderer Natur zu sein, als alles, was das Hautgefühl darbieten kann; auch würde ich fragen, ob denjenigen Thieren, deren Haut weniger fähig zu solchen Nebenempfindungen ist, deswegen ein geringeres Gefühl von der jedesmaligen Lage der Muskeln zukommen sollte. Das aber, was wir bei dem Muskelgefühle empfinden, besteht weder in dem motorischen Impulse der Nerven, noch in dem Stoße, den die Seele ihnen giebt; es wird nicht die Anstrengung, sondern ihr Resultat, die Veränderung des Muskelzustandes empfunden, und an der Größe dieser Empfindung erst schätzen wir rückwärts die der Anstrengung.

So wichtig und unleugbar das Muskelgefühl ist, so wenig ist es im Stande, für sich allein etwas zu leisten. Denn es vermag zunächst nichts weiter, als irgend eine einfache, gradueller Unterschiede fähige Empfindung zu gewähren, die noch besonders interpretirt werden muß. Denn woher wüßte sonst die mit keinem andern Sinn versehene Seele, daß dieses Gefühl eine Bewegung von Gliedmaßen bedeutet, die sie nie vorher anders wahrgenommen? Klar also, daß nicht nur die Bedeutung des Muskelgefühls im Allgemeinen, sondern auch die jedes einzelnen erst durch die von einem andern Sinne beobachteten begleitenden Umstände festgestellt wird, indem die Bewegung entweder gesehen oder durch den Tastsinn empfunden wird. Bei dieser Ausdeutung der Bewegungen aber durch Associationen anderer Sinne wird immer vorausgesetzt, daß wenigstens jede einzelne Bewegung eine ganz specifische Empfindung veranlasse, so daß der geschehene Effect sich nur mit diesem Muskelgefühle specifisch, nie aber mit andern associire, und mithin später jedes Muskelgefühl, dessen Ursache nicht gleichzeitig beobachtet wird, doch um seiner Qualität willen nur auf diese eine bestimmte Bewegung bezogen werde. Und hier liegen nun einige Schwierigkeiten, die für jetzt nicht ganz zu erledigen scheinen. Wir können nicht ernstlich glauben, daß die Zusammenziehung jedes Muskels ein eigenthümliches Gefühl erwecke, das von dem bei der Contraction jedes andern specifisch verschieden sei. Wenn wir dennoch unterscheiden, welches Glied des Körpers, und in welcher Richtung wir es bewegen, so scheinen hier gerade jene associirten Hautempfindungen von Wichtigkeit zu sein; denn die Haut breitet sich mit so vielen Modificationen ihrer Gestalt, Dicke und Anspannung über die einzelnen Theile des Körpers, daß jede Bewegung eines Gliedes einen Kreis nur ihr allein eigenthümlicher Hautempfindungen erregen kann, an dem sie später wieder erkannt werden mag. So würden wenige Beobachtungen hinreichen, um uns zu lehren, welches Gefühl auf eine Bewegung des Armes, welches auf eine des Fußes zu deuten sei. Auch dies kann jedoch schwerlich das einzige Hilfsmittel dieser Interpretation sein, denn wir können es in keiner großen Ausbildung bei manchen der niedern Thiere voraussetzen, bei denen doch diese Beurtheilung selbst nicht fehlen kann. Ohnehin würde auch nach dieser Ansicht der Unterschied des rechts und links, oder allgemein aller Bewegungen in streng symmetrisch liegenden Theilen noch unerklärt sein. Dieser Unterschied ist überhaupt von den gewöhnlichen Associationstheorien nicht gehörig berücksichtigt worden; wie es sich mit ihm verhalten mag bei Thieren, die um einen Mittelpunkt herum einen durchaus symmetrischen Bau besitzen, läßt sich nicht vorstellen; bei den höhern Thieren bleibt uns zu seiner Erklärung fast nichts übrig, als eine Rücksicht auf jene kleinen Unsymmetrien der rechten und linken Seite, die sonst den regelmäßigen Plan des Körperbaues nur zu stören scheinen. Daß die Mehrzahl der Menschen mit der rechten Hand arbeitet, ist gewiß keine Sache der Tradition, sondern in einer vorwiegenden Ausbildung dieser Seite begründet; man könnte sich denken, daß hierdurch die Bewegungen der rechten Seite ein eigenthümliches Nebengefühl veranlaßten, das sie von denen der linken unterscheidet, und daß Bewegungen derjenigen Theile, bei denen eine solche überwiegende Ausbildung der einen Seite nicht mehr wahrscheinlich ist, sich jenes eigenthümliche Element durch Mitbewegungen verstärkten oder verschafften, die sie in andern Muskeln derselben Seite zu veranlassen streben. Dieselben Schwierigkeiten, die wir hier in Bezug auf das Muskelgefühl gefunden, kehren beim Hautgefühle wieder. Es reicht nicht hin zu sagen, daß die Ge-

sichtvorstellung eines Hautreizes sich mit dem von ihm entstandenen Gefühle associire und überall, wo später das zweite auftritt, die Erinnerung auch die Vorstellung des früher gereizten Ortes reproduciren werde. Man müßte erst nachweisen können, daß ein Nadelstich am Fuße eine qualitativ andere Empfindung giebt, als einer am Arme; denn ohne dies würde bei der Erinnerung dieses Reizes das Gedächtniß zwischen tausend Orten unschlüssig zu wählen haben, deren durch das Gesicht beobachtete Reizung allenthalben mit dem nämlichen Gefühle verbunden war. Einestheiles mögen nun auch hier die irradiirten Hautempfindungen an Ausbildung und Intensität für jede gereizte Stelle verschieden sein; anderntheiles können die Empfindungsreize Bewegungstriebe veranlassen, welche die Eigenthümlichkeit jener verstärken, und so der sonst qualitativ gleichen Empfindung nach Maßgabe der Körperstelle, von der sie ausgeht, jenes früher von uns geforderte variable Element beifügen, an welches sich die Associationen, namentlich der Gesichtsvorstellungen anknüpfen können [1]).

Wir haben in diesen Betrachtungen dem Hautsinne eine andere Entwicklungsweise zugeschrieben, als dem Gesichtssinne. Eine Bemerkung Volkmann's [2]), welche die entgegengesetzte Meinung zu vertreten scheint, veranlaßt uns, darauf noch ausdrücklich zurückzukommen. Volkmann glaubt, daß die Ansicht, wir lernten erst durch Erfahrung die Hautempfindungen localisiren und sie namentlich an die Endpunkte der gereizten sensiblen Fasern verlegen, auf einer Verwechslung ursprünglicher Raumanschauung und erworbener Ortskenntniß beruhe. Ich glaube jedoch, daß überhaupt die ganze Sache etwas anders zu stellen ist. Zuerst können wir nicht zugeben, daß das reine Empfinden immer nur in der Form des Räumlichen möglich sei, denn selbst, wenn man diese Aeußerung auf diejenigen Empfindungsclassen beschränkt, die überhaupt räumlicher Anordnung fähig sind, wird doch diese nur ein secundärer Effect der ursprünglich allein empfundenen Qualitäten sein. Was nun das Sehen betrifft, so müssen wir mit Volkmann behaupten, daß hier die Wahrnehmung einer graden Linie als solcher nicht erst durch Associationen der Erfahrung gelernt zu werden braucht, sondern augenblicklich geschieht, sobald das Auge geöffnet wird; aber daraus folgt nicht, daß ein Gleiches mit den Empfindungen des Hautsinnes stattfinde, denn die Verhältnisse sind hier sehr verschieden. Bei dem Sehen wird die relative geometrische Lage einzelner Punkte auf der unverändert feststehenden Fläche des Sehfeldes wahrgenommen, und diese Fläche, als der Hintergrund, an dessen einzelnen Theilen jene Punkte ihre Orte finden, erzeugt sich unvermeidlich bei jeder einzelnen Wahrnehmung von selbst. Die Theile des räumlichen Bildes werden daher nicht auf ein außer ihnen liegendes System von Ortsverhältnissen bezogen, sondern bringen dies durch ihre gleichzeitige Wahrnehmung hervor. Dies ist ganz anders bei dem Hautsinne. Wenn Volkmann sagt, daß auch ein neugeborenes Kind ein Jucken im Gesichte ganz wo anders, als ein Jucken am Beine fühlt, dann aber hinzufügt, es lerne nur später diese gereizte Hautstelle in ihrer geometrischen Lage zu anderen beurtheilen, so scheinen mir die beiden Theile dieses Satzes eine und dieselbe Leistung zu bezeichnen, aber sie zwei verschiedenen Entstehungsweisen zuzuschreiben. Wir können nur so viel zugeben, daß das Jucken im Gesichte ein qualitativ anderes Gefühl sein werde, als eins am Beine; daß mithin dem Kinde bei beiden

[1]) Siehe dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 193 ff.
[2]) Siehe dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 573.

verschieden zu Muth sein werde, daß es beide zwar anders, aber vor aller Kenntniß räumlicher Anschauungen durch den Gesichtssinn nicht wo anders empfinden wird. Denn grade dieses Wo kann hier nichts anderes bedeuten, als eben jene relative Lage des gereizten Punktes zu den Formen des Körpers, weil bei einer Hautempfindung sich nicht, so wie bei einer Gesichtsempfindung ein von aller relativen Oertlichkeit freies Gesichtsfeld miterzeugt, in welchem dem Gefühle seine Stelle an einem bestimmten Orte zukäme. Es scheint mir daher nicht, als wäre hier von den Anhängern dieser Ansicht jene Verwechselung zwischen Raumanschauung und erworbener Ortskenntniß begangen, vielmehr glaube ich, daß Volkmann nicht mit Recht die beim Gesichtssinne vorkommende Möglichkeit, verschiedenen gleichzeitigen Empfindungselementen ihre gegenseitige Lage in einem idealen mit und durch sie geschaffenen Raume anzuweisen, auf das Hautgefühl übertragen hat, das seine Empfindungen entweder, wie Töne, aus Mangel jenes ideellen Hintergrundes ganz unräumlich lassen, oder sie sogleich auf den nur durch andere Sinneserfahrungen zu erkennenden Raum beziehen muß, in dem sich der Körper wirklich befindet. Daß hiergegen die Erfahrungen an Blindgeborenen nicht streiten, werden wir weiter unten sehen.

25. Um diesen weitläuftigen Betrachtungen ein Ziel zu setzen, verflechten wir, was noch übrig ist, in einen Ueberblick der gegenseitigen Hilfsleistung der Sinne. Besäßen wir bloß einen Hautsinn, so würden zwar verschiedene gleichzeitige Reize wohl verschiedene Empfindungen in uns erwecken, aber weder würden wir überhaupt Veranlassung haben, sie räumlich auseinander zu halten, noch würden wir sie an bestimmte Stellen verlegen können; sie würden uns erscheinen, wie Accorde von Tönen, dissonirend oder consonirend. Besäßen wir neben der Beweglichkeit unserer Gliedmaßen keinen andern Sinn, als das Muskelgefühl, so würde zwar jetzt auch jede Bewegung uns eigenthümliche Empfindungen zuführen; aber wir würden nicht wissen und nie erfahren, daß diese Empfindungen Folgen von Bewegungen wären, und selbst, wenn wir durch correspondirende Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen eines Gliedes auch correspondirende Empfindungen in directer und umgekehrter Reihe erhielten, würden wir doch nicht ahnen können, daß die Aehnlichkeit oder Gleichheit derselben von gleicher Richtung oder Weite einer Bewegung abhinge, sondern wieder würden sie uns als eine bald auf-, bald absteigende Skala von Tönen vorkommen, die wir auf nichts Räumliches weiter zu deuten wüßten. Kommt Hautsinn und Muskelsinn zusammen, so unterstützen sich beide, und wie es Thiere giebt, die aller Wahrscheinlichkeit nach den Gesichtssinn entbehren müssen, so wird sich auch leicht zeigen lassen, daß mit der Vereinigung dieser beiden Sinne die Grundlage für räumliche Localisation der Empfindungen gegeben sei. Denken wir uns jedoch zunächst, daß nur ein einziger empfindender Theil, etwa ein Finger, zugleich beweglich sei, so würden seine Bewegungen, die durch Muskelgefühl wahrgenommen werden, allerdings sich mit gewissen Empfindungen der übrigen berührten Körpertheile associiren; aber noch würde man nicht wissen, daß die willkürliche Thätigkeit, die man ausübte, indem man die Bewegung vollzog, und durch welche man von der Empfindung A zu der zweiten B überging, in der Durchlaufung eines bestimmten Raumes bestand. Es würde vielmehr hier noch immer, wie beim Sprechen sein, wo ebenfalls mit dem Wechsel der Muskelgefühle im Kehlkopfe sich ein Wechsel der Wahrnehmung dadurch erzeugter Töne verknüpft; an die Stelle der letzteren würden hier die Hautgefühle, an die der ersteren die Muskelgefühle des bewegten Fin-

gens treten. So wenig nun, als man vom Tone C zu dem D einen Raum zu durchlaufen glaubt, so wenig würde man hier wissen, daß das Hautgefühl eines berührten Knochens deswegen dem Hautgefühle eines betasteten Weichtheiles nachfolgt, weil der tastende Finger von dem einen dieser feststehenden Objecte sich zum andern bewegt hatte; man würde nur sagen können, daß durch eine unbegreifliche Magie sich den verschiedenen Spannungsgefühlen der Muskeln verschiedene Tastempfindungen zugesellten, sowie etwa Erhitzung der anstrengenden Bewegung folgt. Damit es zu einer räumlichen Anordnung komme, ist es durchaus nothwendig, daß der Seele bekannt wird, die Ursache der ersten Empfindung bestehe fort, während die zweite eintritt, beide noch, wenn die dritte; oder, daß ihr bekannt wird, wie das, was diese Empfindungen bedingt, nicht ein Ablauf von Zuständen sei, welche den Inhalt derselben ganz erst erzeugen, sondern daß es ein Wechsel der Wahrnehmung und Nichtwahrnehmung dessen sei, was abgesehen von aller Wahrnehmung besteht. Die Seele muß überhaupt die Empfindungen nicht mehr als bloß abhängig von gewissen Gefühlen veränderlicher Zustände ihrer selbst, sondern als abhängig von Objecten erkennen lernen. Dies würde in der einfachsten Weise schon dann geschehen, wenn noch ohne allen Gesichtssinn wenigstens zwei bewegliche empfindende Glieder vorhanden wären, welche auf der übrigen Fläche des Körpers, oder auch auf einem fremden Gegenstande gleichzeitig sich bewegen können. Hätten sie zunächst beide denselben Punkt betastet, so würden sie das Gefühl gegenseitiger Berührung und das der Berührung des Objectes haben. Entfernt das eine sich und umläuft durch seine Bewegungen den Gegenstand, so hält das andere einstweilen den Punkt fest, und überzeugt das Zurückkehrende, daß es sich nicht bloß eine phantastische Welt successiver Eindrücke durch seine Bewegungen erworben hat, sondern daß diese Eindrücke von einer Welt gleichzeitiger Gegenstände herrühren, in deren Grenzen es durchaus geblieben ist. Diese Betrachtungen lassen sich leicht weiter fortsetzen. Bei der unendlichen Anzahl sensibler und zugleich beweglicher Punkte unserer Hautoberfläche dient jede Bewegung, da sie zugleich Empfindung verursacht, zur Auslegung einer anderen, und so kann sich hieraus allerdings schon ein System der Auffassung des Gleichzeitigen in seinen bestimmten Verhältnissen entwickeln. Wir sagen ausdrücklich nicht, daß hieraus schon eine vollkommen räumliche Anschauung hervorgehen werde. Zwar ist das Auge nichts anders, als ein Apparat, der in größerer Vollkommenheit dem nämlichen Prinzipe huldigt, allein eben diese größere Vollkommenheit erleichtert dem Sehenden die Ausbildung räumlicher Anschauung so sehr, daß wir wohl nicht mit Unrecht ihm allein eine solche, dem Blindgebornen nur eine schwer anschaulich zu machende Analogie derselben zuschreiben dürfen. Hierauf hat schon Hagen aufmerksam gemacht [1]), auf dessen Darstellung ich hier verweise, obschon ich zögere, mit ihm die gesammte Raumvorstellung der Blinden auf Zeitvorstellungen zu reduciren. Der Vortheil, den der Gesichtssinn darbietet, liegt in der ganz mühelosen, durch keine Nebenempfindung getrübten, gleichzeitigen Beherrschung einer Unendlichkeit mannichfaltiger Objecte, während der bloße Tastsinn diese ganze Kenntniß mühsam durch eine Menge von Associationen erwerben muß. Daher wird der Blindgeborene, sollte er sich eine Totalanschauung der räumlichen Umgebung bilden, sie immer aus einer Menge einzelner Erinnerungen fast berechnend zusammensetzen, und so in eine Succession umwandeln müssen, keineswegs aber diesen sich von selbst machenden Eindruck des Simultanen besitzen, des-

[1]) Siehe dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 718.

sen sich der Sehende freut. Manches Andere scheint diese Begünstigung des Sehenden zu vergrößern, so die eigenthümliche Empfindung der Klarheit und Helligkeit, die von der Qualität des Gesichtssinnes, den Farben, auch noch den Erinnerungen und den Abstractionen aus ihnen bleibt, und sie umschwebt. In der Tageshelle ist uns der Gedanke der Unendlichkeit des Raumes ganz familiär; in der dichten Finsterniß der Nacht scheint er uns gar nicht ebenso überredend, und einen finstern Weltraum würden wir uns nur dadurch zur Vorstellung bringen, daß wir die Macht unseres sich ausbreitenden Strebens in ihn verlegten, und so seine Ausdehnung für die Phantasie noch einmal nacherzeugten.

Wir schließen hiermit diese Betrachtung der Localisation der Empfindungen; denn was noch hierbei gefragt werden kann, beruht auf anderen Voraussetzungen. Warum wir z. B. unsere Empfindungen, nämlich besonders die des Gesichtssinnes, nach außen versetzen, darf man hier nicht fragen, denn darin liegt die falsche Voraussetzung, daß wir den Begriff dieses Außen schon gehabt, und hinterher es mit unseren Empfindungsbildern bevölkert hätten. Man wird daher erst diesen Begriff in seiner Entstehung zu beobachten haben. Was ferner die Localisation der Gehör-, Geruch- und Geschmackempfindungen betrifft, so beruht diese auf sehr bekannten Associationen; über unsere Beurtheilung der dritten Dimension des Raumes, der Entfernungen und Größen der Gegenstände und Aehnliches hat Hagen a. a. O. ausführlich gehandelt, und wir haben unsere Betrachtungen bis zu dem Punkte verfolgt, wo die seinigen aufgenommen werden können.

IV. Von den Gefühlen.

26. Ehe wir zu denjenigen Ereignissen des Seelenlebens übergehen, die von der Natur der Seele selbst näher abhängen, haben wir noch das zu erwähnen, was ohne Zweifel noch durch körperliche Einflüsse bedingt wird. Wir haben die Empfindungen bisher nur als Schauspiele betrachtet, für welche der Geist ein gleichgiltiger Zuschauer bleibt. Sie sind dies nicht immer, sondern veranlassen häufig Gefühle, d. h. solche Empfindungen, an denen der zuschauende Geist zugleich einen durch Lust oder Unlust charakterisirten Antheil nimmt. Es würde vergeblich sein, für die Gefühle weitere Definitionen zu suchen, denn dieses Interesse, welches wir in ihnen allen vorfinden, ist eine Grunderscheinung, die man auf keine Weise aus irgend einer andern Thatsache ableiten kann, und so würden alle Definitionen sich nur in einem Kreise von Begriffen bewegen können, die aber auf verschiedene Art schon von jenem allgemeinen Begriffe der Theilnahme durchdrungen sind, ohne diesen aus einem außerhalb seiner gelegenen Standpunkte aufzufassen. Indem wir uns jetzt auf die Betrachtung der sinnlichen Gefühle beschränken, schicken wir daher die Bemerkung voraus, daß es uns zwar vielleicht gelingen mag, die veranlassenden Bedingungen, unter denen Gefühle entstehen, in irgend einer Harmonie oder Disharmonie gleichzeitiger Eindrücke unter sich, oder mit gewissen inneren Zuständen der Seele zu finden; aus ihnen aber folgt noch nicht analytisch das Gefühl: die Seele könnte vielmehr solchen Mißverhältnissen ebenso gleichgiltig unterliegen, wie etwa ein unbelebter Stoff von disharmonirenden Gewalten zerrissen wird. Die Nothwendigkeit aber, daß das Bestehen solcher Wohl- oder Mißverhältnisse nicht bloß für die Seele das Object einer gleichgiltigen theoretischen Wahrnehmung wird, daß vielmehr ein Gefühl der Lust oder Unlust sich zu der Wahrnehmung hinzugesellt, oder öfterer noch das einzige im Bewußtsein auftauchende Ergebniß jener Verhältnisse ist, müs-

sen wir in dem noch unerörterten Wesen der Seele begründet denken. Wir beschränken uns daher jetzt darauf, die äußere Entstehungsgeschichte der sinnlichen Gefühle, oder ihre Veranlassungen zu betrachten.

27. In den Begriffen der Lust und Unlust, des Angenehmen und Unangenehmen liegt offenbar eine Beziehung eines gegebenen Eindruckes auf einen Maßstab, mit dem sich der Empfindende identisch weiß, und man ist daher immer geneigt, Lust vom Einklange, Unlust vom Mißklange der Eindrücke abzuleiten. Man geht jedoch hiermit eigentlich im Cirkel. Denn Einklang und Mißklang sind an sich gar keine Objecte, die in den Gesichtskreis einer bloß theoretischen Wahrnehmung fallen könnten; nur die schon fühlende Seele kann ein sonst bekanntes Verhältniß mit diesem Namen belegen. Behalten wir nun der Kürze wegen dennoch obige Bezeichnung bei, so ist doch unter Einklang und Mißklang der Reize etwas Anderes zu verstehen. Wir werden nämlich sagen müssen, daß das Einige oder Mißliche derselben zuletzt in Beziehung auf irgend eine rein theoretischen Gedanken zugängliche Scala bestimmt werde, und daß es nach dem Platze, den es hier erhält, als das Motiv betrachtet werde, warum seine Empfindung sich in der Seele in die Gestalt der Wohl- und Wehgefühle kleidet. So weit nun Gefühle sinnlich bedingt sind, ist offenbar der einmal durch die Idee der Gattung vorgeschriebene Rhythmus der Lebensfunctionen jener bevorzugte und allein sein sollende Proceß, dessen Veränderungen durch äußere Reize als Störungen zu betrachten sein werden, und so werden wir einen Einklang der Reize da finden, wo das gleichzeitige Auftreten mehrerer die normalen Functionen des Lebens nicht stört, sondern begünstigt; einen Mißklang, wo der Effect einer Combination der Reize eine Aenderung jenes Rhythmus hervorzubringen droht. In diesen Vorgängen mithin suchen wir im Allgemeinen die Veranlassungsursachen der Gefühle, aber hier, wie bei den Empfindungen, sind zweierlei Gedanken fortwährend festzuhalten. Erstens, was wir oben schon wiederholten, sehen wir den Uebergang von den veranlassenden Ursachen zu dem Erfolge nicht; denn aus dem Dasein solcher Wohl- oder Mißverhältnisse folgt weder ihre Wahrnehmung überhaupt, noch unter der bestimmten Form der Gefühle. Dann aber zweitens, so wenig wir bei gewöhnlichen Empfindungen etwas von den Zuständen unseres Nervensystemes oder unserer Seele erfahren, so wenig sehen wir den Streit der Eindrücke mit den Bedingungen unseres normalen Lebens mit Augen vor uns; nicht diese vermittelnden Ereignisse sind das, was wir im Gefühle wahrnehmen, sondern die Störung unseres innern Wesens, unserem Bewußtsein selbst abgewandt, wird nur die Veranlassung, daß in diesem die eigenthümliche qualitative Empfindung des Wohl oder Wehe auftritt, die wir dann durch Reflexion oder Erfahrung auf einen solchen Vorgang zurückdeuten. Auf diese schon früher von mir deutlich hervorgehobenen Punkte muß ich einige Mißverständnisse zurückverweisen. Spieß [1]), indem er meine Aeußerung über den Schmerz, daß in ihm eine unbewußte Beurtheilung der Congruenz einer Veränderung mit den Bedingungen des Lebens die Gestalt einer einfachen unmittelbaren Empfindung annehme, als eine Definition des Schmerzes aufführt, versichert, längst zu wissen, was von solchen unmittelbaren Gefühlen zu halten ist und braucht sich daher in eine Widerlegung solcher Ansicht nicht einzulassen. Hierbei hat Spieß nicht beachtet, daß seine Einwürfe bereits auf der nächsten Seite meines Buches [2]) deutlicher, als er selbst sie entwickelt

[1]) Physiologie des Nervensystemes. S. 99.

[2]) Allgemeine Pathologie und Therapie. S. 187 u. 188. (Bei Sp. ist durch Druckfehler S. 196 citirt.)

hat, berücksichtigt sind, und ebenso übersieht er, daß die nächste Seite seines Buches eine Definition des Schmerzes bringt, die vollkommen das enthält, was er der meinigen vorwirft. Denn eine absolut oder relativ abnorm gesteigerte Erregung eines Gefühlsnerven, die zum Bewußtsein kommt, dürfte doch wohl eine nicht unbedeutende Vergleichung der geschehenen Erregung mit dem normalen Zustande enthalten. Dagegen bin ich mit ihm auf Seite 99 einverstanden, daß er mit dieser Definition Seite 100 Unrecht hat. Denn, wie oben bemerkt, kann zwar eine abnorm gesteigerte Erregung sich unter den Veranlassungsursachen der Schmerzen finden, aber zum Bewußtsein gelangt sie keineswegs als solche, sondern sie ruft im Bewußtsein nur die ihrem eigenen Inhalte ganz unvergleichbaren Gefühle der Unlust hervor. — Indessen wichtiger ist es mir hier, eine Bemerkung über eine andere Differenz der Ansichten zu machen. Wir haben angenommen, irgend eine nicht näher bestimmte Incongruenz zwischen der durch einen Reiz gestifteten Veränderung und den normalen Lebensbedingungen sei die Ursache der Wehgefühle; dem gegenüber setzen Andere, wie Henle, Romberg, denen sich auch Volkmann anschließt, die Veranlassung der Schmerzen immer in eine übermäßige Stärke der Erregung oder Thätigkeit des Nerven. Nun ist klar, daß diese Ansicht, wenn man ihr Geltung zugesteht, sie doch immer nur unter Voraussetzung der unserigen haben wird. Denn nicht die vermehrte Thätigkeit an sich wird das Motiv des Wehthuns enthalten, sondern nur, weil auch sie unter den Begriff jener Mißverhältnisse fallen kann. Daß aber von allen möglichen solchen Incongruenzen immer nur diese eine Art den Veranlassungspunkt der Schmerzen abgeben soll, scheint mir durch Nichts zu beweisen, obwohl in einer Hinsicht nicht unwahrscheinlich. Wie so viele Punkte der Nervenphysiologie, so hat auch diesen Volkmann in seinem vortrefflichen Artikel zuerst so scharfsinnig erörtert, daß eine Polemik dankenswerth wird [1]). Nach seiner Meinung sind durch den schmerzerzeugenden Reiz Kräfte in's Spiel gesetzt worden, deren sinnlich wahrnehmbares Phänomen die Schmerzempfindung ist; das einzige Maß für diese freigewordenen Kräfte sei die Intensität der Empfindung, und das Bewußtsein sage uns unmittelbar, daß der Schmerz ein intensiveres sei, als ein normales Tastgefühl. Gegen diese beiden Sätze könnte man wohl mit ebenso vielem Rechte die entgegengesetzten einstellen: daß durch den schmerzerzeugenden Reiz nicht sowohl Kräfte, als vielmehr Zustände erweckt worden sind, deren Gegensatz seiner Größe nach durch die Empfindung des Schmerzes sinnlich gemessen wird; während die Steigerung eines und desselben Schmerzes auf der absoluten Größe der entgegengesetzten Theile beruhen mag; und daß zweitens in dem Schmerze eben nur die Intensität des Wehthuns empfunden wird, nicht aber etwas, was, abgesehen von allem Unlustgefühle, mit einer gewöhnlichen Empfindung der Stärke nach noch vergleichbar wäre. Das Wehthun, als solches, ist ein uns intensiver ergreifender Zustand, als das bloße Empfinden; nicht aber empfinden wir im Schmerze etwas objectiv Intensiveres, als in der gleichgiltigen Wahrnehmung. Ich sehe nicht, wie man im Allgemeinen die erste dieser Ansichten gegen die andere stützen könnte; wenn ich ihr aber oben in einer Hinsicht wenigstens Geltung zuschrieb, so mein' ich dies so. Vermehrung der Thätigkeit kann ebenso gut, wie jeder andere Zustand, allmälig zum Mißverhältnisse werden; daß es daher Schmerzen aus dieser Ursache giebt, ist von Anfang nicht zu bezweifeln; aber auch die Mehrzahl derselben scheint keine andere Ursache zu haben, nur konnte man dies

[1]) S. dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 520.

nicht als sich von selbst verstehend betrachten. Man berücksichtigt nicht genug die übrigen Gefühle der Unlust, die sich aus Farbencontrasten, aus unreinen Tönen, Dissonanzen, aus Gerüchen, Geschmäcken entwickeln, die Gefühle des Ekels u. s. w. Diese ganze Classe wird man nicht ohne die größte Unwahrscheinlichkeit von übermäßigen Erregungen ableiten können, denn man sieht durchaus nicht, warum zwei Töne, zwischen denen ein halbes Intervall, mehr erregen sollten, als eine Terz oder Quinte. Sie beruhen offenbar auf allerhand Mißverhältnissen der angeregten Nervenprocesse, die entweder in einem und demselben Nerven sich stören, oder deren Dasein im ganzen Systeme des Körpers Störungen verursacht. Aber gerade bei dieser ganzen Classe findet man den eigenthümlichen Charakter des Schmerzes, jenes intensive Wehthun nicht; dies findet sich vielmehr fast nur bei den Hautnerven ein, die auch sonst wenig für sehr fein distinguirte Eindrücke geschaffen sind, sondern mehr durch die Größe ihrer Veränderungen zu wirken scheinen. Daher mag es empirisch wohl so sein, daß das Mißverhältniß, das bei den eigentlichen Schmerzen zu Grund liegt, hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich, in einer zu sehr anschwellenden Erregung besteht, die von der stetigen Ernährung nicht ebenso schnell ausgeglichen werden kann.

28. Fehlerhafte Structur und Mischung der Nerven können zwar auch die einfachen Empfindungen in einzelnen Individuen so stören, daß demselben äußeren Reize andere Empfindungsqualitäten als gewöhnlich entsprechen, wovon die Mängel des Farbensehens ein Beispiel liefern; weit veränderlicher aber ist das Reich der Gefühle, die nicht zur gleichgiltigen Auffassung eines objectiven, sondern zur Wahrnehmung seines Verhältnisses zu den häufig wechselnden eigenen Zuständen des Körpers bestimmt sind. Wir sehen daher das Angenehme und Unangenehme weder für alle Individuen, noch für das nämliche Individuum in allen seinen Zuständen an den nämlichen Beschaffenheiten der Reize haften, und in den Idiosynkrasien bedeutendere Eigenthümlichkeiten der individuellen Organisation die allgemeinen Regeln häufig verletzen. Man bemerkt hierbei leicht, daß zwischen der Lebhaftigkeit der Gefühle und der feinen Objectivirbarkeit der Empfindungen in den einzelnen Sinnesorganen ein ziemlich beständiges Verhältniß obwaltet. Die höheren Sinne, dazu bestimmt, mit möglichster Entäußerung der Subjectivität eine treue Darstellung des Aeußeren zu liefern, werden nur durch die äußersten Mißverhältnisse der Reize zu wirklichen Schmerzgefühlen getrieben; gegen die Mehrzahl ihrer Reize verhalten sie sich entweder gleichgiltig oder zeigen bei geringer Intensität der Lust und Unlust ein desto feiner ausgebildetes Urtheil über die Verhältnisse der Eindrücke. Der objectivste Sinn, das Gesicht, dessen Wahrnehmungen durch ihre geometrische Regelmäßigkeit sogleich zur Deutung auf einen äußeren Gegenstand auffordern, zeigt das wenigste Gefühl, und die schreiendsten Dissonanzen der Farben unterliegen zwar einem gewiß auf körperliche Vorgänge mit begründeten ästhetischen Urtheile, ohne doch eigentlich eine merkliche Affection hervorzubringen. Die Töne, nicht ebenso unmittelbar zur Darstellung des Aeußern bestimmt, erwecken die Gefühle lebhafter, und wir empfinden bereits den Zwang, den eine Dissonanz unseren Nerven zumuthet, wie denn auch Reize des Gehöres lebhafte Rückwirkungen in den beweglichen Organen erregen können, während Lichtreize höchstens die Iris bewegen. Geruch und Geschmack aber sind als reine Empfindungen kaum zu denken, sondern mit ihnen, die den Zwecken des vegetativen Lebens viel enger verwandt sind, verknüpfen wir eigentlich immer zugleich Gefühle des Angenehmen und Unangenehmen und selbst die indifferenten Geschmäcke nennen wir fast nur so, weil

sie die Erwartung des einen oder andern, die immer vorhanden zu sein pflegt, täuschen. Ueberläßt man sich dem Gedanken, daß jede Lust oder Unlust das erscheinende Ergebniß einer unbewußten Messung des Reizes an den Bedingungen des Lebens ist, so kann man, aufsteigend vom Hautgefühle eine allmälige Verfeinerung dieser Gefühle bemerken. Die Reize der gewöhnlichen sensibeln Nerven, bestehend in Druck, Stoß, Zerrung, Zerreißung, drohen durch ihre Einwirkung der individuellen Existenz die unmittelbarste Gefahr und sie empfindet der Organismus in Gestalt des eigentlichen Schmerzes, der näher als jedes andere Gefühl den individuellen Lebenspunkt erschüttert. Aber über diesem energischen Gefühle geht die Wahrnehmung dessen, wodurch es erregt wurde, fast ganz zu Grunde. In den Reizen, die den vegetativen Sinnen, Geruch und Geschmack dargeboten werden, liegt keine dringende Gefahr, das Gefühl kleidet sich in die Gestalt der Abneigung und des Ekels, wo es einen Reiz von sich ablehnt, gegen welchen sich die ganze Organisation, spätere Beeinträchtigung vorausahnend, sträubt, und mit diesem Gefühle, das weniger intensiv, aber zu feinerer Unterscheidung der eigenthümlichen Differenzen des Angenehmen und Unangenehmen geneigt ist, verknüpft sich auch eine deutlichere Auffassung des veranlassenden Objectes. Die Harmonien und Mißklänge der Töne und Farben scheinen kaum noch zu den Bedingungen des individuellen organischen Lebens in Beziehung zu stehen, man könnte geneigt sein, sie mehr mit den Gesetzen zusammenzuhalten, an welche das allgemeine sinnliche Leben der Seele und der Lauf ihrer inneren Ereignisse gebunden ist, so daß wir in ihnen zwar das Rechte oder das Widrige, aber ein solches anschauen, das unvermögend ist, unsere individuelle Existenz zu begünstigen oder zu beeinträchtigen. Und so, wenn dies zwar nicht ganz, doch annähernd richtig ist, erklärt sich, warum diese Gefühle, weit entfernt die Natur des egoistischen Schmerzes zu zeigen, vielmehr von selbst den Uebergang zu ästhetischen Gefühlen machen, in denen der Geist das Gegebene nicht an den Bedingungen seiner einzelnen Existenz, sondern in gewissem Sinne an seiner allgemeinen Bestimmung mißt. Man kann diese Betrachtungen auch auf die Idiosynkrasien ausdehnen. Sie finden sich selten im Gebiete der Hautnerven; die gröbere Organisation ist allen Menschen gleich gegeben; was dem einen Schmerz, wird dem andern nie Wohlsein erregen, wenn auch nach dem Stande der Erregbarkeit geringeres Weh. Gegen manche Eindrücke, die der normale Körper überwindet, wie die kitzelnden Gefühle bei Berührung sammtartiger Flächen, wird der Reizbarere größere Blößen geben. Unendlich häufig sind dagegen die Idiosynkrasien des Geschmackes und Geruches; die feinere chemische Zusammensetzung der Säfte, die erregbaren Massen des Nervensystemes sind in verschiedenen Constitutionen und in verschiedenen Augenblicken gewiß so variabel, daß die verschiedene chemische Natur der Stoffe hier sehr abweichende Gefühle leicht erregen kann. Im Gebiete der höchsten objectiven Sinne verhalten sich die Idiosynkrasien eigenthümlich. Wenn verschiedene Thierklassen denselben Reiz bald angenehm, bald unangenehm finden, so kann dies auf Unterschieden in der Structur ihrer Sinnesnerven beruhen; innerhalb des menschlichen Geschlechtes hingegen kommen solche eigenthümliche Neigungen zwar vor, aber sie scheinen weit mehr von einem gewissen Zustande der ästhetischen Bildung, von intellectuellen Gefühlen und geistigen Stimmungen bedingt zu sein, als daß sie von den körperlichen Organen und Thätigkeiten erregt würden. Doch soll dies letztere hiermit nicht geleugnet sein. Die eigene Vorliebe wilder Völker für schreiende Farben und doch zugleich für chromatische Tonläufe oder Molltöne, die Wahl der verschiedenen Trauerfar-

ken bei den einzelnen Nationen, der Einfluß der Farben bei Geistesstörungen bieten Beispiele zur Bestätigung des Gesagten.

29. Trotz so vielen Abweichungen wird es doch gewisse Formen gleichzeitiger Nervenzustände geben, die unter allen Umständen dieselbe Lust oder Unlust erregen, doch ist es nicht möglich, sie im Einzelnen zu verfolgen, da in den höheren Sinnen, wo wir allein wenigstens die äußeren bedingenden Reize der Empfindungen etwas genauer kennen, umgekehrt die Intensität des Gefühles nachläßt. Nächst der zu großen Stärke der Empfindungen können wir die zu lange Dauer desselben Reizes als Quelle des Ueberdrusses und Schmerzes bezeichnen; sie bringt einen Zustand des Nerven stabil hervor, den die normalen Processe der Ernährung, nur wenn er flüchtig ist, in seinen Folgen leicht verwischen. Als eine dritte und hauptsächliche Ursache der Gefühle müssen wir die gleichzeitige Mischung verschiedener Nervenprocesse ansehen, und hier läßt sich, wenn auch nicht weithin, noch ein Blick auf die innern Zustände der Nerven thun. Einfache, intensive, lichtsatte Farben und reine Klänge haben den Vorzug vor allen Mischungen und den zusammengesetzten Geräuschen, von welchen letzteren einige, wie das Knirschen, heftigere Erschütterungen hervorbringen. Es scheint, daß weniger einzelne Töne oder Tonfolgen, als vielmehr das Timbre mancher Klänge das Object der Gefühle wäre, wenigstens finden sich in Bezug auf dieses die meisten Idiosynkrasien, wenn man gleich nicht ahnen kann, durch welche Eigenthümlichkeit des Nervenprocesses diese Nebenbestimmungen des physikalischen Reizes repräsentirt werden mögen. Bei den Harmonien und Dissonanzen gleichzeitiger Töne zeigt sich so deutlich eine Anknüpfung des Gefühles schon an die einfacheren oder weniger zusammenstimmenden Zahlenverhältnisse des äußeren Reizes, daß wir auch als das nächste Motiv der Gefühle ähnliche in dem Nerven annehmen dürfen, der bald zwei Functionen, deren einzelne Theile ein gemeinschaftliches Maß zulassen, bald andere auszuführen hat, die jederzeit als zwei formell getrennte neben einander laufen und so seine Thätigkeit stören. Denken wir uns nämlich, daß jede Wahrnehmung der Töne auf einer in vollkommen gleichmäßigen Intervallen erfolgenden Wiederholung von Stößen beruht, so werden wir nicht Unrecht haben, wenn wir jede in der kleinsten Zeit eintretende Unregelmäßigkeit in der Vertheilung der Stöße als etwas bezeichnen, was der Thätigkeit des Hörnerven nicht angemessen ist, während er immer in seinem Elemente bleiben wird, so lange ihm bei immerhin wachsender oder abnehmender Schnelligkeit der Wiederholung doch diese Regelmäßigkeit gesichert bleibt. Treffen ihn nun zwei Schallwellen, die um eine Octave auseinanderliegen, so wird entweder der erste Impuls beider gleichzeitig sein, dann aber jeder ungrade Impuls des höheren Tones mit einem der tiefen in gleiche Augenblicke fallen, während die graden die Hälfte dieses Zeitintervalles markiren, oder wenn wir die ersten Anstöße in verschiedene Zeitelemente fallend denken, so wird doch auch daraus bei der Commensurabilität ihrer Intervalle eine Reihe von Stößen sich bilden, die aus einzelnen ähnlichen, in sehr kurzer Zeit ablaufenden Gliedern gebildet wird. Treffen dagegen C und Cis gleichzeitig das Gehörorgan, so wird kein Impuls des letzteren zwischen den einzelnen Wiederholungen von C auf dieselbe Zeitstelle treffen, sondern so anticipiren, daß bei der Vollendung von 24 Stößen des C, er selbst 25 vollzogen hat. Nach Ablauf dieser Periode tritt zwar dieselbe gegenseitige Lage der Tonschwingungen und der Nervenprocesse wieder in, allein diese Rückkehr verlangt so viel Zeit, daß sie für das Gehörorgan ganz verloren geht, das ja bekanntlich Schwingungen, die zu selten in einer Zeiteinheit

wiederkehren, nicht mehr als Töne aufzufassen vermag. Auf diesen und ähnlichen Verhältnissen mag es beruhen, daß hier dem Sinne nur die Incommensurabilität beider Processe wahrnehmbar wird und die Veranlassung zu einem Gefühle der Dissonanz giebt. Die Farbenconsonanzen sind zu wenig energisch ausgesprochen, als daß man Gleiches von ihnen sagen könnte. Dennoch scheint in dem guten Zusammenstimmen complementärer Farben eine ähnliche Hindeutung auf die Verträglichkeit der Nervenprocesse zu liegen, die ja auch successiv einander gern ablösen. Was nun hier von den gleichzeitigen Eindrücken galt, gilt ohne Zweifel auch von den sich folgenden. Gewiß hat es für die Functionen des Nervensystemes eine sehr verschiedene Leichtigkeit, entweder continuirlich in nahe Abwandlungen ihrer vorigen Zustände überzugleiten, oder sprungweise auf andere weniger verwandte Formen überzugehen, und sowie die Hautnerven durch plötzliche Temperaturabwechselungen, so mögen auch andere Sinnesnerven auf ähnliche Weise überrascht werden. Doch muß man bedenken, daß hier sehr häufig eine anderweitige Gewohnheit oder Neigung, eine Angewöhnung der Strebungen des ganzen Geistes mitspricht, die individuell unendlich verschieden, dasjenige angenehm findet, was ihr entspricht. Auch in dem Muskelgefühle kommen ähnliche Verhältnisse vor. Der Reiz schöner räumlicher Formen beruht außer dem geistigen Verständnisse ihrer Bedeutung gewiß auch auf der Symmetrie der Bewegungen, mit denen das Auge sie umläuft, die regelmäßige Abwechselung der Anspannung und Erschlaffung der Muskeln bei leise motivirten Uebergängen des Blickes bringt wie bei jenen consonirenden Tönen ein wohlthätiges Gefühl der Zusammenfaßbarkeit in einen Plan hervor, das bei Eindrücken fehlen wird, die uns in jedem ihrer Punkte in eine andere nachconstruirende Thätigkeit werfen [1]).

30. Die bisher durchgegangenen Gefühle konnten wir objective nennen; sie entstanden bei Gelegenheit der Auffassung eines Aeußeren und knüpfen sich an das Verhältniß der Eindrücke zu unseren ihnen entgegenkommenden Functionen. Gehen wir jetzt zu den subjectiveren über, in denen die veranlassende Ursache verschwindet, um das Gefühl allein hervortreten zu lassen, ein Fall, der am meisten bei den Wahrnehmungen unserer eigenen allgemeinen Körperzustände eintritt, so können wir unmittelbar an die zuletzt erwähnten Muskelgefühle anknüpfen. Das Gleichgewicht des Körpers wird im Allgemeinen unwillkürlich festgehalten durch die stetige Spannung der Muskeln, die keinen besonderen Entschluß verlangt; diese, sowie Bewegungen, die keine neuen Anstrengungen zur Festhaltung ihrer Richtung und Stärke erfordern, geben das angenehme Gefühl freier Herrschaft über sich selbst; alles gewandte Spiel der Glieder führt daher dieses Gefühl mit sich. Die Empfindung der fortwährenden lebendigen Spannung der Muskeln oder der müden Erschlaffung, die zu den sonst unwillkürlich besorgten Functionen eine ausdrückliche Anstrengung erheischt, die Empfindung der Schwierigkeit oder Leichtigkeit mancher Bewegungscombinationen setzen sich mit den kleinen fortwährenden Empfindungen des Hautsinnes und der inneren Organe zu einem allgemeinen Lebensgefühle zusammen, das nicht bloß die disponible Kraft des Lebens dem Bewußtsein gegenwärtig erhält, sondern zugleich ein ästhetisches Gefühl der eigenthümlichen graziösen oder ungeschickten Art des ganzen Seins und der Haltung unterhält, durch welche der Einzelne seine eigene Persönlichkeit vor sich selbst vielleicht mehr, als durch allen andern Inhalt, charakterisirt. Mit diesen fei-

---

[1]) Bemerkungen über Verwandtes s. in dem Abschnitte: »Physiognomik des menschlichen Blickes« in Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie S. 187.

sern sinnlichen Gefühlen hängen ästhetische nahe zusammen. Sowie Thätigkeit, Kraft, individuelle Neigungen des Körpers zu einzelnen Bewegungen verschieden sind, so wird sich schon durch diese Anlässe eine Verschiedenheit des ästhetischen Geschmackes ausbilden, eine individuelle Vorliebe für die Arten der Kunstgenüsse, deren Uebergänge in Strenge oder zerschmelzender Weichheit, leise motivirtem Uebergleiten oder plötzlichen Sprüngen, gerundeten oder eckigeren Formen den angewohnten Bewegungsgefühlen des Einzelnen entsprechen. — Analog diesen Gefühlen des Muskelsystemes entstehen auch ähnliche aus den übrigen Kreisen der Lebensfunctionen und tragen ihren Theil zu dem Allgemeingefühle bei. Wir werden sie hier nicht im Einzelnen durchgehen, sondern mit Verweisung auf Hagen [1]) nur einige allgemeine Bemerkungen hinzufügen. Von dem Zustande der Ernährung hängt die Thätigkeit auch der Nerven ab; Ueberfüllung oder Mangel der Nahrungsbestandtheile im Blute muß daher ein mächtiger Reiz zur Aufregung des Gemeingefühles sein. Nach den verschiedenen fehlerhaften Zuständen des Blutes werden sich auch verschiedene Gefühle ausbilden, das des Hungers und Durstes bei mangelnden Bestandtheilen, das der Beklemmung, Unbehaglichkeit und Angst bei Ueberfüllung mit verbrauchten Bestandtheilen, welche zunächst die respiratorische Thätigkeit zur Abhilfe auffordert; mancherlei weniger charakterisirbare Zustände des Ekels und Uebelbefindens bei verschiedenen qualitativen Abnormitäten der Zusammensetzung der Säfte. Normal entstehen diese Gefühle wohl alle nur aus einer Zusammenleitung dieser im Körper zerstreut entstehenden Eindrücke, die dann an einen bestimmten Punkt des sensiblen Nervensystemes fixirt werden, und zwar hauptsächlich an den, von welchem aus Bewegungstriebe oder reflectirte Bewegungen zur Abhilfe erregt werden sollen. Unzweifelhaft aber können hier, wie in jedem Empfindungsorgane, auch intercurrirende fremdartige Reize sogleich diese letzte Localisationsstelle treffen und dasselbe Gefühl hervorrufen, das sonst den jetzt nicht vorhandenen Bedürfnissen nachzufolgen pflegt. Im Allgemeinen hat die Betrachtung dieser einzelnen Gefühle für uns jetzt kein psychologisches Interesse.

31. Eine ebenso große Mannigfaltigkeit, wie die sinnlichen, bieten die intellectuellen Gefühle dar, deren jetzt aus einer Ursache schon zu gedenken ist. Zunächst nämlich scheint es, als könnten überhaupt alle Gefühle nur zwischen den zwei Polen der Lust und Unlust oscilliren, ohne daß die Zwischenstufen noch besondere qualitative Eigenthümlichkeiten besäßen. Genauer betrachtet zeigt sich aber eigentlich kaum irgend ein Gefühl, das einen dieser abstracten Namen verdient, sondern überall ist Lust und Unlust auf eigenthümliche Weise colorirt. Will man diese Mannigfaltigkeit ordnen, so ist zuerst der gewöhnliche Sprachgebrauch zu berichtigen, der Schmerz, Hunger, Trübsinn, Vaterlandsliebe u. s. f. unter dem Namen der Gefühle zusammenfaßt. Freundschaft und Vaterlandsliebe sind gar keine Gefühle, sondern Gesinnungen, die nach der Lage der Umstände uns die ganze Skala aller Gefühle zwischen Lust und Unlust durchlaufen lassen können. Trübsinn, Andacht u. s. f. sind ebenso wenig selbst Gefühle, sondern Stimmungen, auf deren gleichbleibendem Hintergrunde freilich nicht mehr die ganze Mannichfaltigkeit der Gefühle mit ihren natürlichen Farben, aber doch deren mehr, als eines sich abzeichnen kann. Zorn, Wuth endlich sind Affecte, indem sie eine im Ganzen feststehende Gesinnung plötzlich zu dem Aeußersten der Unlust treiben, die eben durch jene Basis ihre eigenthümliche Färbung erhält. Die meisten wahren intellectuellen Gefühle sind den Stimmungen verwandt, in welche sie bei län-

[1]) S. dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 743 ff.

gerer Dauer übergehen; sämmtlich Grade der Lust oder Unlust, unterscheiden sie sich durch die Erinnerung an die Ursachen, durch die sie erregt wurden, durch die Reihe der Vorstellungsassociationen, die sie um deswillen bedingen, und die ihnen einen Hintergrund geben, in dem ein großer Theil ihrer ganzen Eigenthümlichkeit besteht, dann durch die Mischungen, die sie mit einander eingehen, und in welche sie Bruchstücke des sie begleitenden Gedankenkreises mitbringen; endlich aber auch durch die gleichzeitigen Empfindungen der körperlichen Nachwirkungen, die sie hervorbringen, und die auf's Neue in sinnliche Gefühle verwandelt, als eine eigenthümliche colorirende Gewalt zu dem ursprünglichen Gehalte des intellectuellen Gefühles hinzutreten. Es ist schwer, die Grenzen dieses letzteren Einflusses, der uns hier allein angeht, zu bestimmen; aber sie sind gewiß sehr weit, und man kann zweifeln, ob nicht das kältere ästhetische und sittliche Urtheil oder die Reflexion, die wir über Gefahr und Glück eines Zustandes uns ausbilden, erst ihre lebhafte Innigkeit durch diese nebenherspielenden sinnlichen Gefühle erhalten, die uns das an sich Werthvolle zugleich in seiner Harmonie mit den innersten Bedingungen unserer eigenen individuellen Existenz zeigen. Der heitere Genuß schöner Verhältnisse ist nicht bloß diese abstracte Freude, sondern in dem lebhafteren, freieren Athmen, dem beschleunigten Herzschlage und der gediegenen Spannung der Muskeln fühlen wir unser eigenes Selbst davon getragen und gehoben; Reue und Bekümmerniß um Vergangenes, ist nicht bloß ein sittliches Verdammungsurtheil, das innerlich ausgesprochen, nur von der Seele vernommen wird; die Erschlaffung unserer Glieder, die mindere Größe des Athmens, die Beklemmung der Brust, vielleicht im Aerger selbst die krampfhaften Verengerungen der Bronchien und die aufwürgende Bewegung der Speiseröhre, die den Bissen im Munde stocken macht, zeigen, wie selbst die leibliche Organisation symbolisch ein Verschmähtes, unter dessen Drucke sie seufzt, auszustoßen versucht. Selbst das Gefühl der Andacht ist nicht eine rein geistige Erhebung, sondern indem unvermerkt mit ihr auch der Gang das gewöhnliche hastige Wesen läßt, die Bewegungen langsamer und gehaltener werden, die Stellung ein eigenthümliches Gepräge, nicht der Erschlaffung, sondern sich unterwerfender Kraft annimmt, kehrt von allen diesen körperlichen Thätigkeiten auch ein Gefühl in das Bewußtsein der Seele, ihre Stimmung verstärkend, zurück.

32. Es zeigt sich in diesen Erscheinungen, deren weitläuftigere Aufzählung wir vermeiden müssen, eine Einwirkung der Gemüthszustände auf die motorischen, sowie die vegetativen Functionen, ganz der umgekehrten ähnlich, die diese auf jene ausüben können. Wie weit dieser Einfluß gehe und wodurch er vermittelt werde, ist nicht zu entscheiden; aber es ist kein unmöglicher Gedanke, daß es vielleicht eigenthümliche Nervenfasern gäbe, die bestimmt sind, die Ernährung und Gestaltung des Körpers ebenso mit herrschenden Gemüthsstimmungen in einen gewissen Einklang zu versetzen, wie diesen mancherlei ausdrucksvolle Bewegungen schon mechanisch zugeordnet sind. Diese Bewegungen zerfallen in solche, die man etwa symbolische nennen könnte, und in andere, die wirklich auf den Zweck berechnet sind, welchen die Gemüthsstimmung verfolgen würde. Die geballte Faust des Zornigen ist so eine directe Vorandeutung des nächsten Zweckes, dem die Leidenschaft nachgeht, das Weinen, Lachen, Seufzen, die bebende Respiration sind symbolische Bewegungen, die nichts unmittelbar realisiren, als den Ausdruck des Inneren. Ich habe früher [1]) bemerklich gemacht, daß die Verknüpfung einer

[1]) Siehe dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 196 u. 197.

bestimmten solchen mimischen Aeußerung mit einem bestimmten Gemüthszustande eine mechanische Einrichtung ist, und daß wir aus dem Begriffe des letzteren nicht die Nothwendigkeit der Wahl gerade dieser Ausdrucksweise begreifen können. Obwohl ich hierbei bleiben muß, läßt sich doch im Allgemeinen wenigstens noch eine Bemerkung machen, die das Symbolische dieser Erscheinungen betrifft. Die körperlichen Gebiete, in denen Gemüthsbewegungen sich geltend machen, sind namentlich die Gesichtsmuskeln und die Respiration. Die verschiedenen Anspannungen der ersteren leisten gar nichts für die übrigen Zwecke der thierischen Oekonomie, und grade dadurch eignen sie sich, wozu sie bestimmt sind, zu der bloß symbolischen Darstellung eines Innern, das noch zu keiner bestimmten Handlung nach außen übergehen will. In ähnlichem Falle befinden sich die Athmungsorgane. Allerdings ist ihr wesentlicher Zweck in die thierische Oekonomie sehr tief verflochten, aber ihre Function wird sehr wenig beeinträchtigt, selbst durch große Variationen in der Reihenfolge und dem Rhythmus der Muskelbewegungen, die ihr dienen. Auch an ihnen hat daher die Seele ein Mittel zu höchst mannichfachem Ausdrucke innerer Unruhe, ohne daß doch durch diesen Ausdruck schon eine Hindeutung auf eine bestimmte Handlung gegeben wäre; es wird vielmehr durch das Seufzen des Traurigen und das gewaltsame Respiriren des Zornigen nichts weiter geschafft. Nun wollen wir nicht leugnen, daß die Mitwirkung der Athmungsorgane bei manchen Gemüthsbewegungen nicht auch tiefer in die thierische Oekonomie eingreifende Gründe habe, aber in den beiden äußersten Formen des Weinens und des Schreiens bei Schmerzen, und des Lachens, scheint doch fast nur das Erwähnte vorzukommen, so daß das letztere, ausgehend von innerlichem Kitzel, eine das Nichtige verspottende, selbst nichtige und resultatlose überschwellende Erschütterung der rastlos beweglichen Organe des individuellen Lebens ist, der sich fast nur eine passive Erweiterung des Mundes zugesellt, um den Strom der Luft zu entlassen, während das Weinen mehr von den Gesichtsmuskeln beginnend, die respiratorischen Muskeln nur in Mitleidenschaft zieht, indem es ihren Rhythmus durch die Mitbewegungen zerstört, in welche sie jene zu versetzen suchen. Könnte man die Ansicht durchführen, die Oken in dieser Beziehung aufstellte, daß nämlich die einzelnen Knochen und Muskeln des Kopfes und der Brust selbst als transformirte Extremitäten zu betrachten wären, so könnte man, wie er es selbst andeutete, auch die mimischen Bewegungen als sympathische fassen, oder als kleinere, vorandeutende Copien der Bewegungen, durch welche die Glieder einen bestimmten Zweck zu erfüllen vermögen. Manches, was zu diesem Gedankenkreise noch gehört, läßt sich aus dem Artikel Instinct noch leicht hier ergänzen und auf ihn muß ich auch hinsichtlich der übrigen Bewegungen des Körpers verweisen, die sich hier am leichtesten würden anschließen lassen, über die ich aber dem dort Gesagten nichts Erhebliches hinzuzusetzen habe [1].

33. Gefühle so wenig als Empfindungen werden in der Erinnerung mit ihrer völligen Stärke und Energie aufbewahrt, vielmehr läßt diese nur die schmerzlosen Vorstellungen des Schmerzes, dem tonlosen Klangbilde gleich, wieder auftreten. Doch leidet dies allgemeinere Verhalten einige Ausnahmen, die man indessen nicht zur Regel machen muß. Man sagt wohl, daß man in der Erinnerung vergangene Schmerzen noch einmal durchlebe, allein diese Aeußerung hat Wahrheit nur in Bezug auf das geistige Weh, das zuerst durch Dissonanzen der Gedanken erzeugt wurde, und dessen Ursachen

[1] Siehe dieses Wörterbuch. Bd. II. S. 193 ff. und bei Hagen. S. 755. ff.

mithin die Erinnerung selbst vollständig reproduciren kann. Aber die Vorstellungen sind nicht bestimmt, regelmäßig Rückwirkungen in den sensiblen Nerven hervorzubringen, und daher erneuern sie auch nicht jenes wirkliche Mißverhältniß zwischen den Zuständen derselben, aus denen das sinnliche Gefühl früher entsprang. Der geringste Nadelstich erscheint sogleich mit ganz anderer Realität des Schmerzes zwischen den Vorstellungen der größesten Martern, die wir lesen und wird nie mit ihnen verwechselt. Aber die Vorstellungen haben allerdings eine Macht über die motorischen Nerven, und so entwickelt sich leicht bei der Vertiefung in solche Scenen eine Menge von unwillkürlichen Spannungen und Bewegungen der Muskeln, durch die wir dem vorgestellten Schlag entgehen oder unsere Qual mildern möchten. Rückwärts nun erregen diese Reactionen selbst wieder Gefühle, und so kann es zuweilen scheinen, als habe die Vorstellung unmittelbar das Gefühl wiedererzeugt. Bei einigen Gefühlen, wie dem des Ekels, scheint allerdings eine wirkliche Reproduction einzutreten; doch darf man nicht vergessen, daß dies Gefühl in der That ebenso wohl zum körperlichen Ausdrucke intellectueller Verabscheuung dient, als es aus selbst körperlichen Ursachen zuerst entstanden und dann reproducirt sein kann. So wie die Vorstellungen, gehen ferner auch die Gefühle unter sich und mit diesen Associationen ein, und zum Theile durch diese letztere verwandeln sie sich in das, was man gewöhnlich Triebe nennt. Wir haben bis jetzt Gefühle nur als Erscheinungen angesehen, die ein irgendwie entstandenes Quantum von Wohl und Weh zum Bewußtsein bringen, ohne daß sie nothwendig auf den Ursprung derselben zurück oder auf die Mittel vorausdeuteten, die dem Wehe abhelfen könnten. Man pflegt jedoch häufig Gefühle sowohl auf intellectuellem, als auf sinnlichem Gebiete so zu verstehen, als enthielten sie zugleich gewisse Erkenntnißquellen und deuteten von selbst ahnend auf die dem Leben nothwendigen Ergänzungen hin. Dies müssen wir entschieden verneinen; diese Fähigkeit, ein Trieb nach irgend etwas Bestimmtem zu sein, kann den Gefühlen nur auf zwei Wege erworben werden. Zuerst durch zufällige Erfahrungen, die uns gelehrt haben, daß der peinvoll empfundene Zustand durch ein bestimmtes Mittel gelindert werde, und auf diesen Ursprung werden wir die sämmtlichen heilsamen, oft auch schädlichen Appetite der Kranken zurückführen müssen. Zu ihnen giebt irgend ein Gefühl, z. B. ein der Zunge oder ihren Nerven inhaftender Geschmack die erste Veranlassung; man sinnt, was diese unbequeme Empfindung tilgen kann, geräth hier zunächst auf irgend eine Classe von Geschmäcken, die diesem entgegengesetzt sind, und dann vollendet irgend eine Association oder Lieblingserfahrung den Weg bis zu dem Sauerkraute, das den Fieberkranken bald heilt, bald verschlimmert, da nichts die Richtigkeit dieser Appetite, noch weniger die Zweckmäßigkeit der Wahl ihres Befriedigungsmittels verbürgt. Daß Essen den Hunger und Trinken den Durst stillt, ist ebenso wenig eine Offenbarung, die in diesen Gefühlen liegt; aber diese Triebe beruhen zugleich auf einer andern Ursache, welche eben die Gewinnung solcher leitender Erfahrungen außerordentlich erleichtert, nämlich auf den halb automatischen, halb spielenden Bewegungsdrängen, denen die Glieder sich überlassen, und die sie lange vor aller weiteren Reflexion die Mysterien des Kauens und der Befriedigung der Nahrungsbedürfnisse entdecken läßt. Die Gefühle werden also dann zu Trieben, wenn ihnen frühere Erfahrungen diese Beziehung auf ein Object durch Associationen anheften, oder wenn mit ihnen zugleich eine wirkliche Bewegung sich einfindet, die die Seele gewähren läßt, ohne sie hervorgebracht zu haben. Den Begriff des

Strebens, der hierin spielt, haben wir bei späterer Veranlassung weiter zu berühren.

34. In den sinnlichen Gefühlen liegt eine außerordentlich wirksame Bedingung für die gesammte spätere Entwicklung des individuellen Geistes, und es ist wenigstens einiger Worte werth, sogleich hier auf die Schranken hinzuweisen, die die Natur uns zieht, und aus denen wir nie heraustreten. Die Tausende kleiner Empfindungen, die fortwährend theils die Spannung unserer Muskeln und den Zustand unserer Kräfte verrathen, theils gedämpfte und ungewisse Nachklänge der unserem Bewußtsein entzogenen vegetativen Verrichtungen uns zuführen, begründen jenes allgemeine Lebensgefühl, das sich als ein beständiger Hintergrund hinter alle unsere bewußten Vorstellungsmassen schiebt. Obwohl es den Inhalt dieser und der äußeren Erfahrung nicht ändern kann, ändert es doch gar sehr die Gewohnheiten des Auffassens und Verknüpfens selbst, und sowie uns eine Landschaft durch ein farbiges Glas gesehen, einen ganz eigenthümlichen Eindruck gewährt, so beleuchtet für jeden Menschen dies Colorit seines Lebensgefühles alle einzelnen Gegenstände anders, läßt Verbindungen deutlicher hervortreten, die in jedem anderen Lichte unscheinbar würden und bildet sich überhaupt zu dem obersten leitenden Principe aus, nach dem unsere Gedanken sich associiren. Wird daher die auffaßbare objective Welt auch nicht dadurch geändert, die subjective geschaffene Welt der Phantasie wird es gar sehr, werden die theoretischen Umrisse der Erfahrung auch nicht verzogen, die Werthbestimmung ihrer einzelnen Theile werden in weitere Grenzen dadurch verschoben. Die Natur aber bannt uns auf viele Weise in solche Kreise von Lebensgefühlen. Den Unterschied des Geschlechtes kann Niemand überwinden, und doch, so wenig wir auch Genaueres darüber wissen, bestimmt er auf eine durchgreifende Weise das Benehmen gegen alles Aeußere und den Werth, den wir auf Gedanken und Anschauungen legen. Nicht minder wird die angeborene Constitution uns eine Menge von Eindrücken fortwährend zuführen, aus deren Mitte heraus wir kaum einen Blick in das Lebensgefühl eines Anderen werfen können, um zu wissen, wie ihm die Welt erscheint und wie ihm in ihr zu Muth ist. Aehnliche Schranken trennen Nationalitäten und Menschenraçen. Aber wie die Natur durch diese Gefühlskreise die Individuen scheidet, so bedient sie sich auch dieser stillen und großartigen Psychagogie, um sie und die Generationen zu reifen und zu verwandeln. Wenn in der Entwicklung des Körpers allmälig Organe zur Thätigkeit erwachen, die früher geschlummert haben, so wird durch den Beitrag ihrer Empfindungen die Summe der Lebensgefühle um ein eigenthümliches nun vorwaltendes Element vermehrt; die ausgebildete Reflexion der vollendeten Jugend, die Gefühle der nahenden Reife ziehen einen zugleich kräftigeren und sehnsüchtigeren Hintergrund den Associationen der Vorstellungen unter, welche sie zugleich nach anderen Richtungen lenken; und ebenso wird bei dem allmäligen Sinken der Lebenskräfte und dem fortschreitenden Verstummen der Functionen im Alter sich der farblosere und herbstliche Horizont zeigen, an dem die unendlich bereicherten Erfahrungen doch nicht mehr die Fülle der jugendlichen Lust erzeugen können, sondern sich ernsteren und ermüdeteren Gedanken unterordnen, die vielleicht nie ausgesprochen, sich unbewußt mit dem wechselnden Lebensgefühle gebildet haben. Die Kraft dieser Verhältnisse reicht gewiß über die Schicksale der Individuen hinaus und erstreckt sich auf die der Gattungen. Wie wenig auch exacte Untersuchungen diesen Gegenständen nachkommen können, daß in den verschiedenen Generationen andere Krankheitsanlagen, andere Reactionsformen auf-

treten, darin hat gewiß die alte Lehre von dem wechselnden Genius der Krankheiten Recht; und dies wird nicht bloß großen langsam fortschreitenden Revolutionen des Aeußeren, sondern auch ähnlichen des Inneren beizumessen sein. So mögen sich für verschiedene geschichtliche Zeitalter mit dem Wechsel inflammatorischer, gastrischer, nervöser Krankheitsgenien auch verschiedene physiologische Anlagen und so auch mannichfache Gefühle entwickeln, die ein Zeitalter beherrschen, und neben dem Ideenkreise, den der fortlaufende Faden der Geschichte erzeugt, wird der allgemeine Geist einer Periode, sowie er namentlich in seinem Kunstgeschmacke und seinen religiösen Ueberzeugungen sich zeigt, zum Theile von den Lebensgefühlen mitbedingt werden, die in jedem einzelnen Individuum die herrschende physiologische Constitution hervorbringt. Wie groß und bedeutend diese Umstände in den Gang der Geschichte selbst eingreifen können, lehrt das häufige epidemische Auftreten furchtbarer Nervenkrankheiten in Zeiten des Mangels und Kummers, oder jene Hexenphantasien, die vielleicht nicht ohne Schuld unbefriedigter sinnlicher Triebe nach langen Kriegesjahren, die eine Menge Männer hingerafft, sich weiblicher Gemüther bemächtigten und eine unselige Verkehrtheit der Ansichten langen Zeiträumen einprägten.

V. Vom Verlaufe der Vorstellungen.

Wir haben bisher die Bedingungen betrachtet, die den Eintritt aller Empfindungen ermöglichen, die gegenseitige Anordnung, die sie erfahren und die Beurtheilung ihres Einklanges oder Mißverhältnisses, zu der sie noch insofern Veranlassung geben, als die sie erzeugenden Vorgänge des Nervensystemes sich bekämpfen oder begünstigen. Wir haben uns jetzt zu den Schicksalen zu wenden, die die entstandenen Empfindungen im Innern der Seele erleiden, zu jenem wechselvollen Verlaufe, der dem rastlosen Stoffumsatze des organischen Körpers zu vergleichen ist. Hier aber müssen wir, nöthiger Kürze zu Liebe, einen großen Abschnitt der Psychologie, die Darstellung aller höheren Thätigkeiten der Erkenntniß, ganz übergehen und uns darauf beschränken, die Schicksale des Vorstellungsverlaufes und des Bewußtseins zu verfolgen, deren Zusammenhang mit physiologischen Bedingungen nicht bloß von irgend einer barocken Theorie, sondern schon von den gewöhnlichsten Hypothesen behauptet wird, die selbst in der alltäglichsten Auffassung unseres inneren Lebens nie fehlen. — So verschieden auch der Inhalt ist, mit dem bei einzelnen Individuen die Anregungen der äußeren Erfahrung und die des Willens die Seele anfüllen, so bemerken wir doch leicht, daß in allen Gemüthern gewisse Zusammenhangsweisen des Vorstellungsverlaufes vorkommen, die ebenso von jeder Willkür, wie von der besonderen Qualität der einzelnen Vorstellungen unabhängig sind und sich vielmehr nach gewissen allgemeinen Eigenschaften zu richten scheinen, die den mannichfaltigsten Vorstellungen in mancherlei Abstufungen zukommen. Man hat sich längst gewöhnt, die Frage nach den allgemeinen Gesetzen, nach denen der Wechsel des Eintretens, Vergessenwerdens und Wiederauftauchens der Gedanken und ihre Verknüpfung unter sich erfolgt, als die Aufgabe einer Art psychischer Mechanik anzusehen. Inwiefern wir den Grundsätzen einer solchen Lehre beipflichten können, wird sich später zeigen; da aber ihre Begründung und Widerlegung weit über die Grenzen eines physiologischen Buches hinausgehen würde, so wollen wir hier nur aus den Anleitungen der empirischen Thatsachen eine Meinung zu bilden suchen, deren vollständige Ausführung einem andern Orte vorbehalten bleiben muß.

35. Daß von allen durch äußere Empfindungsreize erweckten Vorstellungen in jedem Augenblicke nur wenige Gegenstand des Bewußtseins, daß aber die verschwundenen dem Seelenleben nicht verloren sind, sondern in das Bewußtsein zurückkehren können, überzeugt uns, daß es eine Menge von Zuständen der Seele geben muß, die unserem Bewußtsein abgewandt sind, und dieselbe Annahme müssen wir ohnehin auch bei der Entstehung jeder wirklichen Empfindung machen. Denn welche Ansicht man sich auch weiter hierüber bilden mag, der erste Angriff, den die durch den Körper fortgeleiteten Reize auf unsere Seele machen, muß in irgend einer Veränderung ihres Zustandes bestehen, von der wir so wenig, als von den Zuständen des Nervensystemes eine abbildende Vorstellung erhalten. Der Inhalt unserer Empfindungen, blau, süß, warm u. s. f. drückt in seiner durchaus adjectivischen Natur gar nichts von den physischen oder psychischen Ereignissen aus, die ihn veranlassen; selbst wenn er auf einer Selbsterhaltung der Seele gegen das Aeußere beruhte, würde er doch nicht eine Vorstellung *von* dieser, sondern eine *aus* ihr entspringende sein, und diese Thätigkeit, wie jede andere unseres Nervensystemes würde sich mithin unserer Wahrnehmung immer entziehen, und nur ihr Product, die Erscheinung jener Sinnesqualität dem Bewußtsein als Object überliefern. Es hieße den Sinn dieser Betrachtungen ganz mißverstehen, wenn man von uns nun eine Beschreibung jener Zustände und der Art, wie sie das Bewußtsein auf sich zu lenken vermögen, verlangen wollte. Denn man würde damit nur wünschen, diese rein psychischen Vorgänge einer physisch-mechanischen Vorstellungsweise und dadurch einer Anschaulichkeit sinnlicher Art genähert zu sehen, der sie ihrer Natur nach widerstreben. Allein wenn es auch widersinnig ist, wissen zu wollen, wie Bewußtsein gemacht wird, so dürfen wir dagegen wohl fragen, an welchen sonst erkennbaren Bedingungen dieses immer wunderbare Phänomen haftet, und durch welche Ergänzungen jene unbewußten Zustände, die man mit nicht sehr zu billigendem Namen unbewußte Vorstellungen genannt hat, zu Vorstellungen wieder übergehen können. Zwei Ansichten laufen hierüber um. Der gewöhnlichen Auffassung nach sind die vielen in jedem Augenblicke vorhandenen latenten Vorstellungen nur von der Aufmerksamkeit nicht beleuchtet, die als ein beweglicher Sinn der Wahrnehmung diese Welt innerer Zustände ebenso durchläuft, wie die äußeren Sinne die äußere. Sie selbst erscheint uns wie ein Licht von an sich gleicher Stärke, das schwächer jedes Einzelne beleuchtet, je mehr es sich auf eine Mannichfaltigkeit vertheilen muß und dessen Zuschärfung nur in der Concentration seiner Strahlen auf wenige Punkte besteht. Diese bildliche Vorstellung muß man von zwei Seiten betrachten, um ihr Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Sollte nämlich erstens durch die Annahme dieses inneren Sinnes das Phänomen des Wissens und Wahrnehmens *überhaupt* erklärt werden, so würde man mit Recht noch einmal erklärt verlangen, wie der innere Sinn sich besser zur Wahrnehmung dessen schicke, was der äußere Sinn zu aufmerksamem Bewußtsein nicht zu bringen wußte. Allein nach dieser Seite hin unternimmt diese Ansicht gar nicht, die Entstehung des Wissens zu erklären, sondern die Wirkungsweise des bestehenden zu beschreiben, und in dieser Hinsicht ist der Name eines inneren Sinnes glücklich gewählt. Durch alle von außen geschehenden Eindrücke ist in der Seele zunächst nichts weiter bewirkt, als eine dauernde Concentration dessen, was in der äußeren Erfahrung flüchtig vorübergeht, zu einem Systeme von an sich noch unbewußten Zuständen, die für die Seele ebenso gut ein erst noch zu erfassendes Reich der Objecte bilden, wie die fortwährend neu sich erzeugenden äußeren Ereignisse. Die Seele wird hier

aufgefaßt als ein Substrat, zu welchem sich die in der Zeit vergänglichen, durch ewige störende Gegenwirkungen anderer Begebenheiten verwischten äußeren Processe flüchten, um durch den Eindruck, den sie hier machen, eine dauernde Spur ihres Daseins zu begründen, so daß, wenn überhaupt einmal der Sinn des Wissens sie aufsucht, er sie nicht deswegen vermißt, weil sie im gegenseitigen Zusammenstoße verschwunden sind. Es ist mithin keineswegs in dieser Annahme des inneren Sinnes ein nutzloses idem per idem, sondern grade, was man ihr vorwirft, ist ihre bedeutungsvolle Absicht. Die Seele ist dieser einzige windstille Hafen, in dem die äußeren Ereignisse ruhige Niederschläge bilden und sich aus ihrem bloß zufälligen zeitlichen Verlaufe in eine gleichzeitige, ihrem inneren Sinne angemessene Verknüpfung retten können, ein Material, eine Welt der Objecte bildend für künftige Wahrnehmung und Erinnerung, die sich ihrer ebenso, wie jede erste Anschauung der gegenwärtigen äußeren Objecte erst wieder bemächtigen muß. Darum also würde die Stellung der Aufmerksamkeit oder des Wissens als eines inneren Sinnes der Stellung der äußeren Sinne zu ihren Gegenständen entsprechen. Das Zweite ist nun, daß in jener Annahme die Voraussetzung liegt, alles Wissen und Wahrnehmen bestehe in einer von der Seele selbst ausgehenden und wesentlich einigen, in sich zusammenhängenden Thätigkeit, die um ihrer eigenen Natur willen nicht auf eine unbegrenzte und nicht auf jede beliebige Mannichfaltigkeit der Objecte sich ausdehnen, nicht von jedem zu jedem übergehen kann, sondern in ihren Bewegungen gewissen eingeborenen Gesetzen folgt, denen freilich, wie allen Gesetzen, die Punkte ihrer Anwendung, d. h. der Inhalt der einzelnen Vorstellungen, welche sie trifft, jene Untersätze oder Nebenbedingungen hinzufügen, durch welche die Richtung der Bewegung im Einzelnsten bestimmt wird.

36. Die zweite Ansicht nun, schweigend über jene ursprünglichen Erregungen der Seele, als deren uns zugewandte Erscheinungen die Vorstellungen uns galten, geht vielmehr davon aus, daß Vorstellen die ursprüngliche Thätigkeit der Seele sei, und daß der Grad der Klarheit, der dem Bewußtsein einer einzelnen Vorstellung zukommt, nicht von einer besondern Richtung jener Beleuchtung durch den inneren Sinn herrühre, sondern in der eigenen Stärke bestehe, mit welcher die Vorstellung sich unter anderen geltend zu machen weiß. Wäre das Bewußtsein nur von einer Vorstellung eingenommen, so würde sich diese unfehlbar in gleicher Deutlichkeit fortwährend erhalten; treffen sich aber mehre im Bewußtsein, so werden sie um ihres Inhaltsgegensatzes willen sich stören, sich gegenseitig verdunkeln, bis einige von ihnen an Klarheit so weit abgenommen haben, daß sie aus dem Bewußtsein verschwinden. Ebenso wird es eine wiedererlangte Intensität sein, die sie von Neuem dahin emportreibt. In dieser Ansicht liegen nun zunächst einige Voraussetzungen, die wir jetzt nur andeuten, aber noch nicht weiter prüfen wollen, z. B. die, daß überhaupt die einzelnen Zustände der Seele, die durch irgend welche Eindrücke entstanden sind, bis zur Erzeugung der Vorstellungen ungestört neben einander laufend gedacht werden, dann aber die Producte, die bewußten Vorstellungen, unter einander in einen Kampf gerathen, der eine besondere Ursache grade in der Natur des Bewußtseins voraussetzt. Eins dagegen müssen wir uns sogleich deutlich zu machen suchen, nämlich den Begriff einer Stärke der Vorstellungen, der nicht nur von wissenschaftlichen, sondern auch von außerwissenschaftlichen Betrachtungen über den Gedankenlauf sehr häufig gebraucht zu werden pflegt, und bei dem sich sehr Verschiedenartiges zu unterscheiden findet. Denken wir uns zwei Töne von gleicher Höhe, so können sie mit unendlichen

gradweisen Abstufungen der Stärke gegeben werden, für welche sich in der Natur der Schallwellen noch eine physikalische Unterlage findet. Die ganze Empfindung des Tones wird daher immer aus zweierlei Theilen zusammengesetzt sein, welche beide vereinigt den **Inhalt** ausmachen, der der Auffassung des Sinnes vorliegt: nämlich Höhe und Stärke des Tones. Die Thätigkeit der Auffassung selbst aber, die darauf verwandt wird, giebt zu einer ähnlichen Unterscheidung gradweiser Abstufungen gar keine Veranlassung. Nicht nur daß unsere Wahrnehmung des leisesten Tones von gleicher Deutlichkeit sein kann, als die des stärksten; auch dann, wenn ein und derselbe Ton von einem Individuum, das in Gedanken versunken, ihm weniger Aufmerksamkeit zuwendet, weniger intensiv als von einem Andern empfunden wird, auch dann wird von ihm nicht dieselbe Stärke desselben Tones zwar empfunden, aber mit geringerer Deutlichkeit, sondern es wird überhaupt gar nicht dasselbe Quantum des Reizes wahrgenommen. Vielmehr ist der Effect, den hier der Reiz auf die weniger empfänglichen Organe macht, derselbe, wie er normal von einem minder intensiven Reiz ausgegangen wäre; und diesem Erregungszustande angemessen, producirt die Seele die Empfindung eines qualitativ gleichen, aber quantitativ schwächeren Tones, ohne daß dabei die Größe ihrer wissenden Thätigkeit abgenommen hätte. Man kann hier allerdings einwenden, daß doch in der That die Vorstellungen, die wir in solchen unaufmerksamen Zuständen erhalten, auf eigenthümliche Weise undeutlich sind, und daß sie eigentlich gar keine bestimmte Größe haben, sondern durch ihr unbestimmtes Schwanken zwischen verschiedenen Intensitätsgraden, die man ihnen hinterher zutrauen möchte, grade auf eine mindere Feinheit der Wahrnehmung als solcher hindeuten; allein dieser Umstand, so richtig er ist, wird sich doch späterhin in etwas anderm begründet zeigen. Wir wollen daher einstweilen hierbei stehen bleiben, daß die Empfindung, wo sie sich nicht mit Gefühlen vermischt, Großes und Kleines mit gleicher Intensität darstellt, und daß alle quantitativen Unterschiede hier immer in den wahrgenommenen Inhalt fallen. Die Empfindung einer lichthelleren, saturirteren Röthe ist nicht stärkere Empfindung, sondern Empfindung des Stärkeren; von einer und derselben Farbe, demselben Tone können wir uns nicht eine mehr oder minder starke und deutliche Vorstellung bilden, sobald wir uns jede Veränderung der Nüance, der Lichtstärke, oder der objectiven Stärke des Tones versagen; und umgekehrt ist die Vorstellung des früher wahrgenommenen Donners keine intensivere That des Vorstellens, als die des Mückensummens, sondern die beträchtliche Größenverschiedenheit fällt hier immer in den Inhalt des Gedachten. Man muß jedoch beachten, daß mit den Empfindungen sich häufig auch Gefühle der Erschütterung verbinden, die das Sinnesorgan durch den Reiz erfährt, und für sie giebt es ohne Zweifel verschiedene Intensitätsgrade. Daher scheint es wohl, als verursachten heftige Klänge, stechende Farben eine intensivere Empfindung, weil sich dazu ein deutliches Gefühl des Ergriffenseins der Organe gesellt.

37. Ist dies nun so, wie wir angaben, so dürfen wir nicht mehr sagen daß jede einmal erregte Empfindung allmälig ihre Klarheit einbüße und durch eine Reihe von Zwischenstufen der Undeutlichkeit in das Unbewußtsein verliert; wie denn auch wohl Niemand je eine so in die Entfernung ziehende und schwindende Vorstellung in sich beobachtet haben wird. Höchstens könnten wir meinen, daß der Inhalt des Vorgestellten fortwährend sich ändere und nicht mit einem Male zu Null werde, sondern vor der ihn festzuhalten, mit gleicher Kraft sich bestrebenden Vorstellungsthätigkeit allmälig zu einem quantita-

tiven Nichts einschrumpfe, das ihrem Blicke entgeht. Allein auch davon weiß unsere Erfahrung gar nichts. So lange die actuelle Erregung des Nerven noch dauert, im Reiche der Nachbilder, giebt es allerdings ein solches Abklingen des Reizes, proportional der allmälig sich beruhigenden Nervenaufregung; aber was einmal zur affectlosen Vorstellung geworden ist, zeigt nichts von einer solchen Verdunkelung. Was wir bis jetzt bei den einfachen Sinneswahrnehmungen nachwiesen, gilt auch von zusammengesetzteren Gedanken. Wenn wir bei einem Hause vorbeigehen und es uns später zu reconstruiren suchen, so mißlingt das nicht deswegen, weil wir ein wirklich vollständiges Bild vom Hause hätten, nur ein sehr lichtschwaches, sondern wir werden bald gewahr, daß wir ein lückenhaftes und unvollständiges Bild mitnahmen, in dem zwar einzelne Theile sich noch mit aller Deutlichkeit finden, aber nicht die Verbindungsformen derselben mit anderen. Wir werden sehen, daß die Wiedererinnerung dieser nicht nach einem einmaligen Anblick gelingen kann, und deswegen schwanken wir bei der Reproduction zwischen vielen möglichen Verzeichnungen, ohne die wirkliche zu wissen. So gelangt in das zusammengesetzte Bild die Undeutlichkeit, und dieselbe ist es auch, die selbst unsere Anschauungen der allergewöhnlichsten Gegenstände begleitet, denen wir selten eine absichtliche Aufmerksamkeit, auf die Verzeichnung ihrer Gestalt gerichtet, zuwenden. Findet sich also eine fortschreitende Verdunkelung zusammengesetzter Vorstellungen, so scheint sie uns doch nicht auf Intensitätsschwächung eines gleichartigen Ganzen, sondern auf der Auflösung einer Combination zu beruhen. Auch hier glauben wir daher den Begriff einer Stärke der Vorstellung gar nicht anwenden zu dürfen, und es ist in der That ersichtlich, daß das, was wir einmal vollständig denken, jederzeit mit derselben nicht mehr zu steigernden Klarheit gedacht wird, während uns die Klarheit oft zuzunehmen scheint, wo vielmehr das Object des Gedankens reicher geworden ist. Niemand wird ein Dreieck sich mehr oder weniger deutlich vorstellen; die Klarheit, die diese Vorstellung einmal hat, ist nicht zu vermehren; aber sie scheint es doch zu werden, wenn wir in einer geometrischen Beweisführung aus der Natur desselben einen uns früher unbekannten Lehrsatz herleiten sehen. Aber hier ist offenbar das Object in sich inhaltvoller geworden, oder vielmehr, man sieht es mit anderen Augen an, weil man eine größere Menge Nebengedanken mit hinzubringt. Auch sonst wird die Deutlichkeit einer Vorstellung von einem Gegenstande, der uns nicht hinlänglich bekannt gemacht worden ist, nicht in der größeren oder geringeren Stärke einer wirklich schon inhaltvollen Vorstellung von ihm bestehen, sondern in dem Gefühle der größeren oder geringeren Unsicherheit der Bewegungen, mit denen man ihn in anderen Kreisen bekannterer Gegenstände sucht und seine Vorstellung eigentlich erst zu erzeugen strebt. Nach diesen Betrachtungen müssen wir die Ansicht aufgeben, daß den Vorstellungen, sofern sie Thätigkeitsäußerungen sind, irgend eine graduelle Abstufung der Stärke zukommen könne; das Gewußtwerden erscheint uns vielmehr als ein nur qualitativ bestimmtes Schicksal, das einem Zustande der Seele entweder zustößt oder nicht, und wir dürfen daher das Verschwinden der Vorstellungen aus dem Bewußtsein und ihre Wiederkehr nicht von einer Schwächung und wiedererfolgter Stärkung abhängig machen.

38. Wenn man sich auch von dem eben Bemerkten überzeugt, so bleibt doch noch immer eine Dunkelheit. Man fühlt nämlich wohl, daß wir mit dem Namen der Stärke und Schwäche der Vorstellungen doch etwas nicht Erdichtetes, sondern etwas Wahres bezeichnen, wo es auch liegen möge. Wir brauchen auch wirklich diese Bezeichnungen nicht bedeutungslos zu nennen,

zu bezeichnen sie nicht eine ein- für allemal bestimmte, inhärirende, sondern eine relative erworbene Eigenschaft der Vorstellungen. Sie sind nicht durch eine einfache stärkere Intensität deutlicher und wirken nicht durch diese, sondern durch die hinzu erworbene Kraft, die sie aus ihren Relationen zu anderen ziehen, oder kürzer, die Stärke, durch welche die Vorstellungen zu wirken scheinen, ist selbst von dem Werthe derselben für den Verlauf der Gedanken abhängig, nicht aber dieser von jener. Die Betrachtung der inneren Erfahrung scheint diesen Ausspruch mir entschieden zu bestätigen. Halten wir uns nämlich, wie wir hier müssen, an gesunde Zustände des Seelenlebens, so ist es nicht möglich, in diesen jemals einen Tanz von Vorstellungen zu finden, auf denen gar kein herrschendes und durchdringendes Interesse des Geistes läge. Auch wo der Inhalt der Gedanken an sich keine Veranlassung zu deutlichen Gefühlen geben würde, ertheilt ihm doch schon die auf irgend eine Weise motivirte Beschäftigung mit ihm einen momentan vorwiegenden Werth für das ganze Streben des Geistes, das wir auf keine Art aus unserer Berechnung der Zustände auslassen dürfen. Könnten wir uns eine Seele präpariren, die durchaus gar kein Interesse an ihrer eigenen Vorstellungswelt nähme, und ruhig zusähe, wie diese nach irgend welchen mechanischen Gesetzen ihre Evolutionen ausführte, dann könnte weiter davon die Rede sein, daß Bestimmungen der Größe und Intensität hier die maßgebenden wären. Allein selbst das armseligste Thier wird mehr als ein solcher Spiegel sein, und indem es für einen irgendwie entstandenen Gedanken einmal Antheil fühlt, ist es präoccupirt für jeden später auftauchenden oder wird überhaupt sein Vorstellen nur auf diejenigen Gedanken richten, die einen bestimmten abgestuften Zusammenhang des Werthes mit dem eben gehegten besitzen. Indem wir uns vorbehalten, dies weiter auszuführen, wollen wir hieraus zuerst Folgerungen für den ersten Eintritt der Vorstellungen zu ziehen suchen. Wenn in unserem Bewußtsein eine Gedankenreihe mit Antheil verfolgt wird, so kann man die hierbei so häufig stattfindende mindere Empfänglichkeit für äußere Eindrücke dreifach erklären. Einmal nämlich können wir wenigstens die Möglichkeit nicht leugnen, daß z. B. bei der lauschenden Anstrengung eines Sinnesorganes die Erregbarkeit der körperlichen Massen, welche überhaupt Eindrücke vermitteln, in anderen Organen gemindert, in dem aufmerksamen erhöht wird, Zustände, die sich bekanntlich bis zur völligen Unempfindlichkeit des einen und zu subjectiven Visionen in dem anderen steigern können. Außer dieser Reihe von Dispositionen, die sich von der einfachsten gespannten Aufmerksamkeit bis zur ekstatischen Verzückung verfolgen lassen, giebt es zweitens andere Erscheinungen, die entweder dahin zu deuten sind, daß neu eintretende Vorstellungen gleich, wie sie zu vollem Bewußtsein gelangen können, durch den Druck einer schon vorhandenen, vielleicht selbst aufgeregten Vorstellungsmasse in den unbewußten Zustand übergeführt werden, aus dem sie später wieder erwachen können, oder daß sie überhaupt gar nicht zu bewußten Vorstellungen sich ausbilden, sondern als unbewußte Seelenzustände fortexistiren, bis sie später unter günstigen Bedingungen doch noch in das Bewußtsein eintreten können. Beispiele für das letztere sind jedoch kaum aufzutreiben; vielmehr besinnen wir uns bei den meisten im Momente der Wahrnehmung nicht beachteten Empfindungen hinterher doch, freilich sehr unvollkommen, daß sie im Bewußtsein gewesen sind, aber sich nicht haben geltend machen können. Es bleibt uns mithin bloß die erste Deutung übrig, und ihr liegt denn deutlich die Voraussetzung zu Grunde, daß das Verschwinden der Vorstellungen nur durch den Gegendruck anderer zu erklären sei, bei dessen Wegfall sie ungehindert im Bewußtsein würden

geblieben sein. Dieser Voraussetzung sind wir nun, wie schon bei den Em pfindungen einmal, veranlaßt, die andere dritte entgegenzusetzen, nach we cher jede Vorstellung, vielmehr um im Bewußtsein zu bleiben, einer besond ren zurückhaltenden Kraft bedarf, während sie sich selbst überlassen, verschwi den würde, doch so, daß dies Verschwinden allerdings durch die Wirkung a derer Vorstellungen sehr beschleunigt werden kann. Einen strengen Bewe kann weder Theorie noch Erfahrung für eine dieser beiden Annahmen gebe man kann nur die Wahrscheinlichkeiten derselben prüfen. Die erste stützt sich fa nur auf eine Anwendung des Gesetzes der Trägheit, nach dem jede entstande Vorstellung unendliche Dauer zu fordern hätte. Es ist hier unmöglich, d Bedenken zu entwickeln, die man einer solchen Ausdehnung dieses Gesetz entgegenzustellen hätte; so wenig wir seine Richtigkeit bei einfachen Bew gungen, von denen es zunächst handelt, in Zweifel ziehen, obwohl auch hi seine Giltigkeit keineswegs eine so einfach sich von selbst verstehende Ve nunftwahrheit ist, so sehr müssen wir uns vor seinem Gebrauche bei Effect hüten, die mit jenen Bewegungen gar keine Analogie haben. Indessen eine realistische Metaphysik schwerlich hiervon überzeugt werden würde, woll wir auf einen näher liegenden Punkt aufmerksam machen. Sei es auch daß eine einmal entstandene Wirkung nie wieder verloren gehe, so kann m doch nur dann ihre Fortdauer unter derselben Form erwarten, we keine Motive der Formumwandlung da sind. Dergleichen können aber se wohl in der Seele liegen, und wenn wir einmal Uebersinnliches in mecha schen Bildern aussprechen wollen, so dürfen wir der Seele eine solche El sticität wohl zutrauen, durch welche sie die Anfüllung des Bewußtseins v selbst in einen anderen unbewußten Zustand verwandle, ohne zu erwarten, eine andere Vorstellung ihr in dieser Verdrängung zu Hilfe komme. In d ser Hinsicht ist es nun bloß eine Hypothese, daß dem anders sei. Und di Hypothese ist nicht sehr wahrscheinlich, wenn man die innere Erfahrung üb blickt, sie wird zu einer ganz anderen, wenn man die gradlose Stärke Vorstellungen berücksichtigt. Wir wollen dies an einer kurzen Betrachtu der hauptsächlichsten Erscheinungen zu zeigen versuchen.

39. Denken wir uns das aufmerksame Bewußtsein mit einem Gedan beschäftigt, so wird eine neu eintretende Vorstellung eine gewisse Macht ü diese Beschäftigung ausüben, die von der Menge der associirten Vorstellun abhängt, welche sie mit in das Bewußtsein zu rufen weiß, und die selbst wieder darnach richtet, in wie weit das Neue dem schon bestehenden Stre der Seele von Werth ist. Viele Vorstellungen scheinen uns zwar leicht glei zeitig mit einem gehegten Gedankenkreise, aber in minderer Höhe und Kl heit durch das Bewußtsein zu ziehen; in Wahrheit aber finden wir hier nur einen vielfach unterbrochenen Zusammenhang einer Gedankenreihe, der die Aufmerksamkeit durch eine neu auftauchende Vorstellung momen abgelenkt wird, zu der sie aber zurückkehrt, wenn das Neue zu gleichgi und fremdartig ihrer eben obwaltenden Richtung ist, als daß es mit al Reichthume seines Inhaltes sich in sie verflechten und dadurch längere im Bewußtsein sich zu halten wüßte. Unter diesen Gesichtspunkt fällt ge eine außerordentlich große Menge der sogenannten undeutlichen Vorstellung was sie darstellen, wird eigentlich mit derselben gradlosen Stärke vorgest wie alles Andere, aber der Act der Vorstellung selbst ist auf eine verschw dende Zeit beschränkt, und die nachfolgende Erinnerung, die den ganzen dankenlauf überblickt, schreibt nun diesen machtlosen Elementen eine gering eigene Intensität zu. Zu größerer Klarheit und Deutlichkeit gelangt dage

die Vorstellung dadurch, daß sie ihre Beziehungen zu anderen zu entwickeln Zeit erhält. Die Vorstellung eines Dreieckes, wenn sie einmal zufällig durch eine andere Gedankenreihe liefe, wird nicht dadurch intensiver wirken, daß sie etwa in der Armuth ihres Inhaltes, in der sie zuerst auftrat, nur immer heller glänzte, sondern dadurch, daß an sie immer mehr Nebengedanken ihrer Beziehungen zu anderen, Bruchstücke des geometrischen Verständnisses der Figur sich ansetzen, die sie alle als ihren Mittelpunkt anerkennen, immer auf sie zurückführen und sie dadurch im Bewußtsein erhalten. Wo unsere Aufmerksamkeit sich je mit einem Gegenstande beschäftigt, da erlangt sie nie durch ein festes Hinstarren auf diesen unwandelbaren Punkt eine größere Klarheit und Bedeutung; es wird nicht dieser isolirten Vorstellung größere Klarheit zu Theil, sondern das Bewußtsein ist in rastlosem Streben begriffen, das Object von immer neuen Seiten zu betrachten, um durch die Vielseitigkeit und Ausdehnung der Nebengedanken ihm diejenige Stärke zu geben, die intensiv das Vorstellen nicht zu graduiren vermag. Selbst das Brüten über einem Kummer saugt daraus Vergrößerung des Leides, daß es immer geschäftig neue betrübende Aussichten an ihm entdeckt, und wohin es sich auch wendet, alle Verhältnisse durch ihn verschoben findet; aber das Gefühl würde bald, wie das eines körperlichen Schmerzes, sich abstumpfen, wenn es bei der Anschauung des zuerst dargebotenen Gedankens stehen bliebe. Klarheit und Deutlichkeit der Vorstellungen oder ihre Stärke hat überhaupt, wie man sich durch Fortsetzung dieser Betrachtungen leicht überzeugen kann, gar keine Bedeutung, wenn diese nicht in eine solche Ausdehnung der Beschäftigung des Gemüths mit ihr durch den Ueberblick zahlreicher Relationen gelegt wird. Können wir uns nun ein bloß theoretisches Bewußtsein auch so denken, daß in ihm Tausende von Vorstellungen gleichzeitig sich von dem allgemeinen Lichte des Wissens bescheinen ließen, so entsteht doch eine nothwendige Enge des Bewußtseins da, wo ein seinem Begriffe nach einiges und untheilbares Streben den eigentlichen Nerv desselben bildet; und wir werden Vorstellungen, die zu diesem in keinem Grade der Verwandtschaft stehen, schnell spurlos verschwinden sehen, während andere, die ihm verwandt sind, sich mit großem Reichthume ihrer Beziehungen in dasselbe verflechten. Hierin scheint uns nun derjenige Gegensatz der verschiedenen Vorstellungen begründet zu sein, der bei dem Gedankenlaufe in der That wirksam ist. Grade der Verschiedenheit und des Gegensatzes finden zwar auch bei den einfachen Empfindungen Statt, allein schon hier nicht fest und unwandelbar. So wie jeder Gegensatz erst eine Skala voraussetzt, an der die Distanz zweier Elemente gemessen wird, so wird z. B. ein bestimmter Gegensatz der Farben, der Töne nur für den unbefangenen Sinn stattfinden, der durch Nichts präoccupirt ist; im Laufe einer Melodie aber, die ein bestimmtes Streben bereits angeregt hat, kann das einen weiten Gegensatz bilden, was in der Skala nahe zusammenliegt. Wir sehen daher auch nicht, daß man bestimmte Regeln gegenseitiger Hemmung und Begünstigung der Vorstellungen auf diese nur nach *einem* Maßstabe gemessenen Gegensätze gründen könnte. Noch vielmehr aber findet dies in Bezug auf zusammengesetzte Vorstellungen Statt, die überhaupt gar keine festen, sondern Gegensätze von sehr verschiedener Weite bilden, je nach dem Gesichtspunkte, unter dem ein schon bestehender Gedankenkreis sie unter einander zu vergleichen strebt. Auch der Gegensatz der Vorstellungen ist daher, wie ihre Stärke, keine ihnen fest inhärirende, sondern eine durch Relationen ihnen erworbene variable Bestimmung.

40. Festes Eigenthum der Seele wird nur das, was in ein bestimmtes

treten, darin hat gewiß die alte Lehre von dem wechselnden Genius der Krankheiten Recht; und dies wird nicht bloß großen langsam fortschreitenden Revolutionen des Aeußeren, sondern auch ähnlichen des Inneren beizumessen sein. So mögen sich für verschiedene geschichtliche Zeitalter mit dem Wechsel inflammatorischer, gastrischer, nervöser Krankheitsgenien auch verschiedene physiologische Anlagen und so auch mannichfache Gefühle entwickeln, die ein Zeitalter beherrschen, und neben dem Ideenkreise, den der fortlaufende Faden der Geschichte erzeugt, wird der allgemeine Geist einer Periode, sowie er namentlich in seinem Kunstgeschmacke und seinen religiösen Ueberzeugungen sich zeigt, zum Theile von den Lebensgefühlen mitbedingt werden, die in jedem einzelnen Individuum die herrschende physiologische Constitution hervorbringt. Wie groß und bedeutend diese Umstände in den Gang der Geschichte selbst eingreifen können, lehrt das häufige epidemische Auftreten furchtbarer Nervenkrankheiten in Zeiten des Mangels und Kummers, oder jene Hexenphantasien, die vielleicht nicht ohne Schuld unbefriedigter sinnlicher Triebe nach langen Kriegesjahren, die eine Menge Männer hingerafft, sich weiblicher Gemüther bemächtigten und eine unselige Verkehrtheit der Ansichten langen Zeiträumen einprägten.

V. Vom Verlaufe der Vorstellungen.

Wir haben bisher die Bedingungen betrachtet, die den Eintritt aller Empfindungen ermöglichen, die gegenseitige Anordnung, die sie erfahren und die Beurtheilung ihres Einklanges oder Mißverhältnisses, zu der sie noch insofern Veranlassung geben, als die sie erzeugenden Vorgänge des Nervensystemes sich bekämpfen oder begünstigen. Wir haben uns jetzt zu den Schicksalen zu wenden, die die entstandenen Empfindungen im Innern der Seele erleiden, zu jenem wechselvollen Verlaufe, der dem rastlosen Stoffumsatze des organischen Körpers zu vergleichen ist. Hier aber müssen wir, nöthiger Kürze zu Liebe, einen großen Abschnitt der Psychologie, die Darstellung aller höheren Thätigkeiten der Erkenntniß, ganz übergehen und uns darauf beschränken, die Schicksale des Vorstellungsverlaufes und des Bewußtseins zu verfolgen, deren Zusammenhang mit physiologischen Bedingungen nicht bloß von irgend einer barocken Theorie, sondern schon von den gewöhnlichsten Hypothesen behauptet wird, die selbst in der alltäglichsten Auffassung unseres inneren Lebens nie fehlen. — So verschieden auch der Inhalt ist, mit dem bei einzelnen Individuen die Anregungen der äußeren Erfahrung und die des Willens die Seele anfüllen, so bemerken wir doch leicht, daß in allen Gemüthern gewisse Zusammenhangsweisen des Vorstellungsverlaufes vorkommen, die ebenso von jeder Willkür, wie von der besonderen Qualität der einzelnen Vorstellungen unabhängig sind und sich vielmehr nach gewissen allgemeinen Eigenschaften zu richten scheinen, die den mannichfaltigsten Vorstellungen in mancherlei Abstufungen zukommen. Man hat sich längst gewöhnt, die Frage nach den allgemeinen Gesetzen, nach denen der Wechsel des Eintretens, Vergessenwerdens und Wiederauftauchens der Gedanken und ihre Verknüpfung unter sich erfolgt, als die Aufgabe einer Art psychischer Mechanik anzusehen. Inwiefern wir den Grundsätzen einer solchen Lehre beipflichten können, wird sich später zeigen; da aber ihre Begründung und Widerlegung weit über die Grenzen eines physiologischen Buches hinausgehen würde, so wollen wir hier nur aus den Anleitungen der empirischen Thatsachen eine Meinung zu bilden suchen, deren vollständige Ausführung einem andern Orte vorbehalten bleiben muß.

35. Daß von allen durch äußere Empfindungsreize erweckten Vorstellungen in jedem Augenblicke nur wenige Gegenstand des Bewußtseins, daß aber die verschwundenen dem Seelenleben nicht verloren sind, sondern in das Bewußtsein zurückkehren können, überzeugt uns, daß es eine Menge von Zuständen der Seele geben muß, die unserem Bewußtsein abgewandt sind, und dieselbe Annahme müssen wir ohnehin auch bei der Entstehung jeder wirklichen Empfindung machen. Denn welche Ansicht man sich auch weiter hierüber bilden mag, der erste Angriff, den die durch den Körper fortgeleiteten Reize auf unsere Seele machen, muß in irgend einer Veränderung ihres Zustandes bestehen, von der wir so wenig, als von den Zuständen des Nervensystemes eine abbildende Vorstellung erhalten. Der Inhalt unserer Empfindungen, blau, süß, warm u. s. f. drückt in seiner durchaus adjectivischen Natur gar nichts von den physischen oder psychischen Ereignissen aus, die ihn veranlassen; selbst wenn er auf einer Selbsterhaltung der Seele gegen das Aeußere beruhte, würde er doch nicht eine Vorstellung von dieser, sondern eine aus ihr entspringende sein, und diese Thätigkeit, wie jede andere unseres Nervensystemes würde sich mithin unserer Wahrnehmung immer entziehen, und nur ihr Product, die Erscheinung jener Sinnesqualität dem Bewußtsein als Object überliefern. Es hieße den Sinn dieser Betrachtungen ganz mißverstehen, wenn man von uns nun eine Beschreibung jener Zustände und der Art, wie sie das Bewußtsein auf sich zu lenken vermögen, verlangen wollte. Denn man würde damit nur wünschen, diese rein psychischen Vorgänge einer physisch-mechanischen Vorstellungsweise und dadurch einer Anschaulichkeit sinnlicher Art genähert zu sehen, der sie ihrer Natur nach widerstreben. Allein wenn es auch widersinnig ist, wissen zu wollen, wie Bewußtsein gemacht wird, so dürfen wir dagegen wohl fragen, an welchen sonst erkennbaren Bedingungen dieses immer wunderbare Phänomen haftet, und durch welche Ergänzungen jene unbewußten Zustände, die man mit nicht sehr zu billigendem Namen unbewußte Vorstellungen genannt hat, zu Vorstellungen wieder übergehen können. Zwei Ansichten laufen hierüber um. Der gewöhnlichen Auffassung nach sind die vielen in jedem Augenblicke vorhandenen latenten Vorstellungen nur von der Aufmerksamkeit nicht beleuchtet, die als ein beweglicher Sinn der Wahrnehmung diese Welt innerer Zustände ebenso durchläuft, wie die äußeren Sinne die äußere. Sie selbst erscheint uns wie ein Licht von an sich gleicher Stärke, das schwächer jedes Einzelne beleuchtet, je mehr es sich auf eine Mannichfaltigkeit vertheilen muß und dessen Zuschärfung nur in der Concentration seiner Strahlen auf wenige Punkte besteht. Diese bildliche Vorstellung muß man von zwei Seiten betrachten, um ihr Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Sollte nämlich erstens durch die Annahme dieses inneren Sinnes das Phänomen des Wissens und Wahrnehmens überhaupt erklärt werden, so würde man mit Recht noch einmal erklärt verlangen, wie der innere Sinn sich besser zur Wahrnehmung dessen schicke, was der äußere Sinn zu aufmerksamem Bewußtsein nicht zu bringen wußte. Allein nach dieser Seite hin unternimmt diese Ansicht gar nicht, die Entstehung des Wissens zu erklären, sondern die Wirkungsweise des bestehenden zu beschreiben, und in dieser Hinsicht ist der Name eines inneren Sinnes glücklich gewählt. Durch alle von außen geschehenen Eindrücke ist in der Seele zunächst nichts weiter bewirkt, als eine dauernde Concentration dessen, was in der äußeren Erfahrung flüchtig vorübergeht, zu einem Systeme von an sich noch unbewußten Zuständen, die für die Seele ebenso gut ein erst noch zu erfassendes Reich der Objecte bilden, wie die fortwährend neu sich erzeugenden äußeren Ereignisse. Die Seele wird hier

aufgefaßt als ein Substrat, zu welchem sich die in der Zeit vergänglichen, durch ewige störende Gegenwirkungen anderer Begebenheiten verwischten äußeren Processe flüchten, um durch den Eindruck, den sie hier machen, eine dauernde Spur ihres Daseins zu begründen, so daß, **wenn** überhaupt einmal der Sinn des Wissens sie aufsucht, er sie nicht deswegen vermißt, weil sie im gegenseitigen Zusammenstoße verschwunden sind. Es ist mithin keineswegs in dieser Annahme des inneren Sinnes ein nutzloses idem per idem, sondern grade, was man ihr vorwirft, ist ihre bedeutungsvolle Absicht. Die Seele ist dieser einzige windstille Hafen, in dem die äußeren Ereignisse ruhige Niederschläge bilden und sich aus ihrem bloß zufälligen zeitlichen Verlaufe in eine gleichzeitige, ihrem inneren Sinne angemessene Verknüpfung retten können, ein **Material**, eine **Welt der Objecte** bildend für künftige Wahrnehmung und Erinnerung, die sich ihrer ebenso, wie jede erste Anschauung der gegenwärtigen äußeren Objecte erst wieder bemächtigen muß. Darum also würde die Stellung der Aufmerksamkeit oder des Wissens als eines inneren Sinnes der Stellung der äußeren Sinne zu ihren Gegenständen entsprechen. Das Zweite ist nun, daß in jener Annahme die Voraussetzung liegt, alles Wissen und Wahrnehmen bestehe in einer von der Seele selbst ausgehenden und wesentlich einigen, in sich zusammenhängenden Thätigkeit, die um ihrer eigenen Natur willen nicht auf eine unbegrenzte und nicht auf jede beliebige Mannichfaltigkeit der Objecte sich ausdehnen, nicht von jedem zu jedem übergehen kann, sondern in ihren Bewegungen gewissen eingeborenen Gesetzen folgt, denen freilich, wie allen Gesetzen, die Punkte ihrer Anwendung, d. h. der Inhalt der einzelnen Vorstellungen, welche sie trifft, jene Untersätze oder Nebenbedingungen hinzufügen, durch welche die Richtung der Bewegung im Einzelnsten bestimmt wird.

36. Die zweite Ansicht nun, schweigend über jene ursprünglichen Erregungen der Seele, als deren uns zugewandte Erscheinungen die Vorstellungen uns galten, geht vielmehr davon aus, daß Vorstellen die ursprüngliche Thätigkeit der Seele sei, und daß der Grad der Klarheit, der dem Bewußtsein einer einzelnen Vorstellung zukommt, nicht von einer besondern Richtung jener Beleuchtung durch den inneren Sinn herrühre, sondern in der eigenen Stärke bestehe, mit welcher die Vorstellung sich unter anderen geltend zu machen weiß. Wäre das Bewußtsein nur von einer Vorstellung eingenommen, so würde sich diese unfehlbar in gleicher Deutlichkeit fortwährend erhalten; treffen sich aber mehre im Bewußtsein, so werden sie um ihres Inhaltsgegensatzes willen sich stören, sich gegenseitig verdunkeln, bis einige von ihnen an Klarheit so weit abgenommen haben, daß sie aus dem Bewußtsein verschwinden. Ebenso wird es eine wiedererlangte Intensität sein, die sie von Neuem dahin emportreibt. In dieser Ansicht liegen nun zunächst einige Voraussetzungen, die wir jetzt nur andeuten, aber noch nicht weiter prüfen wollen, z. B. die, daß überhaupt die einzelnen Zustände der Seele, die durch irgend welche Eindrücke entstanden sind, bis zur Erzeugung der Vorstellungen ungestört neben einander laufend gedacht werden, dann aber die Producte, die bewußten Vorstellungen, unter einander in einen Kampf gerathen, der eine besondere Ursache grade in der Natur des Bewußtseins voraussetzt. Eins dagegen müssen wir uns sogleich deutlich zu machen suchen, nämlich den Begriff einer Stärke der Vorstellungen, der nicht nur von wissenschaftlichen, sondern auch von außerwissenschaftlichen Betrachtungen über den Gedankenlauf sehr häufig gebraucht zu werden pflegt, und bei dem sich sehr Verschiedenartiges zu unterscheiden findet. Denken wir uns zwei Töne von gleicher Höhe, so können sie mit unendlichen

gradweisen Abstufungen der Stärke gegeben werden, für welche sich in der Natur der Schallwellen noch eine physikalische Unterlage findet. Die ganze Empfindung des Tones wird daher immer aus zweierlei Theilen zusammengesetzt sein, welche beide vereinigt den Inhalt ausmachen, der der Auffassung des Sinnes vorliegt: nämlich Höhe und Stärke des Tones. Die Thätigkeit der Auffassung selbst aber, die darauf verwandt wird, giebt zu einer ähnlichen Unterscheidung gradweiser Abstufungen gar keine Veranlassung. Nicht nur daß unsere Wahrnehmung des leisesten Tones von gleicher Deutlichkeit sein kann, als die des stärksten; auch dann, wenn ein und derselbe Ton von einem Individuum, das in Gedanken versunken, ihm weniger Aufmerksamkeit zuwendet, weniger intensiv als von einem Andern empfunden wird, auch dann wird von ihm nicht dieselbe Stärke desselben Tones zwar empfunden, aber mit geringerer Deutlichkeit, sondern es wird überhaupt gar nicht dasselbe Quantum des Reizes wahrgenommen. Vielmehr ist der Effect, den hier der Reiz auf die weniger empfänglichen Organe macht, derselbe, wie er normal von einem minder intensiven Reiz ausgegangen wäre; und diesem Erregungszustande angemessen, producirt die Seele die Empfindung eines qualitativ gleichen, aber quantitativ schwächeren Tones, ohne daß dabei die Größe ihrer wissenden Thätigkeit abgenommen hätte. Man kann hier allerdings einwenden, daß doch in der That die Vorstellungen, die wir in solchen unaufmerksamen Zuständen erhalten, auf eigenthümliche Weise undeutlich sind, und daß sie eigentlich gar keine bestimmte Größe haben, sondern durch ihr unbestimmtes Schwanken zwischen verschiedenen Intensitätsgraden, die man ihnen hinterher zutrauen möchte, grade auf eine mindere Feinheit der Wahrnehmung als solcher hindeuten; allein dieser Umstand, so richtig er ist, wird sich doch späterhin in etwas anderm begründet zeigen. Wir wollen daher einstweilen hierbei stehen bleiben, daß die Empfindung, wo sie sich nicht mit Gefühlen vermischt, Großes und Kleines mit gleicher Intensität darstellt, und daß alle quantitativen Unterschiede hier immer in den wahrgenommenen Inhalt fallen. Die Empfindung einer lichthelleren, saturirteren Röthe ist nicht stärkere Empfindung, sondern Empfindung des Stärkeren; von einer und derselben Farbe, demselben Tone können wir uns nicht eine mehr oder minder starke und deutliche Vorstellung bilden, sobald wir uns jede Veränderung der Nüance, der Lichtstärke, oder der objectiven Stärke des Tones versagen; und umgekehrt ist die Vorstellung des früher wahrgenommenen Donners keine intensivere That des Vorstellens, als die des Mückensummens, sondern die beträchtliche Größenverschiedenheit fällt hier immer in den Inhalt des Gedachten. Man muß jedoch beachten, daß mit den Empfindungen sich häufig auch Gefühle der Erschütterung verbinden, die das Sinnesorgan durch den Reiz erfährt, und für sie giebt es ohne Zweifel verschiedene Intensitätsgrade. Daher scheint es wohl, als verursachten heftige Klänge, stechende Farben eine intensivere Empfindung, weil sich dazu ein deutliches Gefühl des Ergriffenseins der Organe gesellt.

37. Ist dies nun so, wie wir angaben, so dürfen wir nicht mehr sagen daß jede einmal erregte Empfindung allmälig ihre Klarheit einbüße und durch eine Reihe von Zwischenstufen der Undeutlichkeit in das Unbewußtsein versinke; wie denn auch wohl Niemand je eine so in die Entfernung ziehende und scheidende Vorstellung in sich beobachtet haben wird. Höchstens könnten wir meinen, daß der Inhalt des Vorgestellten fortwährend sich ändere und nicht mit einem Male zu Null werde, sondern vor der ihn festzuhalten, mit gleicher Kraft sich bestrebenden Vorstellungsthätigkeit allmälig zu einem quantita-

tiven Nichts einschrumpfe, das ihrem Blicke entgeht. Allein auch davon weiß unsere Erfahrung gar nichts. So lange die actuelle Erregung des Nerven noch dauert, im Reiche der Nachbilder, giebt es allerdings ein solches Abklingen des Reizes, proportional der allmälig sich beruhigenden Nervenaufregung; aber was einmal zur affectlosen Vorstellung geworden ist, zeigt nichts von einer solchen Verdunkelung. Was wir bis jetzt bei den einfachen Sinneswahrnehmungen nachwiesen, gilt auch von zusammengesetzteren Gedanken. Wenn wir bei einem Hause vorbeigehen und es uns später zu reconstruiren suchen, so mißlingt das nicht deswegen, weil wir ein wirklich vollständiges Bild vom Hause hätten, nur ein sehr lichtschwaches, sondern wir werden bald gewahr, daß wir ein lückenhaftes und unvollständiges Bild mitnahmen, in dem zwar einzelne Theile sich noch mit aller Deutlichkeit finden, aber nicht die Verbindungsformen derselben mit anderen. Wir werden sehen, daß die Wiedererinnerung dieser nicht nach einem einmaligen Anblick gelingen kann, und deswegen schwanken wir bei der Reproduction zwischen vielen möglichen Verzeichnungen, ohne die wirkliche zu wissen. So gelangt in das zusammengesetzte Bild die Undeutlichkeit, und dieselbe ist es auch, die selbst unsere Anschauungen der allergewöhnlichsten Gegenstände begleitet, denen wir selten eine absichtliche Aufmerksamkeit, auf die Verzeichnung ihrer Gestalt gerichtet, zuwenden. Findet sich also eine fortschreitende Verdunkelung zusammengesetzter Vorstellungen, so scheint sie uns doch nicht auf Intensitätsschwächung eines gleichartigen Ganzen, sondern auf der Auflösung einer Combination zu beruhen. Auch hier glauben wir daher den Begriff einer Stärke der Vorstellung gar nicht anwenden zu dürfen, und es ist in der That ersichtlich, daß das, was wir einmal vollständig denken, jederzeit mit derselben nicht mehr zu steigernden Klarheit gedacht wird, während uns die Klarheit oft zuzunehmen scheint, wo vielmehr das Object des Gedankens reicher geworden ist. Niemand wird ein Dreieck sich mehr oder weniger deutlich vorstellen; die Klarheit, die diese Vorstellung einmal hat, ist nicht zu vermehren; aber sie scheint es doch zu werden, wenn wir in einer geometrischen Beweisführung aus der Natur desselben einen uns früher unbekannten Lehrsatz herleiten sehen. Aber hier ist offenbar das Object in sich inhaltvoller geworden, oder vielmehr, man sieht es mit anderen Augen an, weil man eine größere Menge Nebengedanken mit hinzubringt. Auch sonst wird die Deutlichkeit einer Vorstellung von einem Gegenstande, der uns nicht hinlänglich bekannt gemacht worden ist, nicht in der größeren oder geringeren Stärke einer wirklich schon inhaltvollen Vorstellung von ihm bestehen, sondern in dem Gefühle der größeren oder geringeren Unsicherheit der Bewegungen, mit denen man ihn in anderen Kreisen bekannterer Gegenstände sucht und seine Vorstellung eigentlich erst zu erzeugen strebt. Nach diesen Betrachtungen müssen wir die Ansicht aufgeben, daß den Vorstellungen, sofern sie Thätigkeitsäußerungen sind, irgend eine graduelle Abstufung der Stärke zukommen könne; das Gewußtwerden erscheint uns vielmehr als ein nur qualitativ bestimmtes Schicksal, das einem Zustande der Seele entweder zustößt oder nicht, und wir dürfen daher das Verschwinden der Vorstellungen aus dem Bewußtsein und ihre Wiederkehr nicht von einer Schwächung und wiedererfolgter Stärkung abhängig machen.

38. Wenn man sich auch von dem eben Bemerkten überzeugt, so bleibt doch noch immer eine Dunkelheit. Man fühlt nämlich wohl, daß wir mit dem Namen der Stärke und Schwäche der Vorstellungen doch etwas nicht Erdichtetes, sondern etwas Wahres bezeichnen, wo es auch liegen möge. Wir brauchen auch wirklich diese Bezeichnungen nicht bedeutungslos zu nennen,

nur bezeichnen sie nicht eine ein- für allemal bestimmte, inhärirende, sondern eine relative erworbene Eigenschaft der Vorstellungen. Sie sind nicht durch eine einfache stärkere Intensität deutlicher und wirken nicht durch diese, sondern durch die hinzu erworbene Kraft, die sie aus ihren Relationen zu anderen ziehen, oder kürzer, die Stärke, durch welche die Vorstellungen zu wirken scheinen, ist selbst von dem Werthe derselben für den Verlauf der Gedanken abhängig, nicht aber dieser von jener. Die Betrachtung der inneren Erfahrung scheint diesen Ausspruch mir entschieden zu bestätigen. Halten wir uns nämlich, wie wir hier müssen, an gesunde Zustände des Seelenlebens, so ist es nicht möglich, in diesen jemals einen Tanz von Vorstellungen zu finden, auf denen gar kein herrschendes und durchdringendes Interesse des Geistes läge. Auch wo der Inhalt der Gedanken an sich keine Veranlassung zu deutlichen Gefühlen geben würde, ertheilt ihm doch schon die auf irgend eine Weise motivirte Beschäftigung mit ihm einen momentan vorwiegenden Werth für das ganze Streben des Geistes, das wir auf keine Art aus unserer Berechnung der Umstände auslassen dürfen. Könnten wir uns eine Seele präpariren, die durchaus gar kein Interesse an ihrer eigenen Vorstellungswelt nähme, und ruhig zusähe, wie diese nach irgend welchen mechanischen Gesetzen ihre Evolutionen ausführte, dann könnte weiter davon die Rede sein, daß Bestimmungen der Größe und Intensität hier die maßgebenden wären. Allein selbst das armseligste Thier wird mehr als ein solcher Spiegel sein, und indem es für einen irgendwie entstandenen Gedanken einmal Antheil fühlt, ist es präoccupirt für jeden später auftauchenden oder wird überhaupt sein Vorstellen nur auf diejenigen Gedanken richten, die einen bestimmten abgestuften Zusammenhang des Werthes mit dem eben gehegten besitzen. Indem wir uns vorbehalten, dies weiter auszuführen, wollen wir hieraus zuerst Folgerungen für den ersten Eintritt der Vorstellungen zu ziehen suchen. Wenn in unserem Bewußtsein eine Gedankenreihe mit Antheil verfolgt wird, so kann man die hierbei so häufig stattfindende mindere Empfänglichkeit für äußere Eindrücke dreifach erklären. Einmal nämlich können wir wenigstens die Möglichkeit nicht leugnen, daß z. B. bei der lauschenden Anstrengung eines Sinnesorganes die Erregbarkeit der körperlichen Massen, welche überhaupt Eindrücke vermitteln, in anderen Organen gemindert, in dem aufmerksamen erhöht wird, Zustände, die sich bekanntlich bis zur völligen Unempfindlichkeit des einen und zu subjectiven Visionen in dem anderen steigern können. Außer dieser Reihe von Dispositionen, die sich von der einfachsten gespannten Aufmerksamkeit bis zur ekstatischen Verzückung verfolgen lassen, giebt es zweitens andere Erscheinungen, die entweder dahin zu deuten sind, daß neu eintretende Vorstellungen gleich, ehe sie zu vollem Bewußtsein gelangen können, durch den Druck einer schon vorhandenen, vielleicht selbst aufgeregten Vorstellungsmasse in den unbewußten Zustand übergeführt werden, aus dem sie später wieder erwachen können, oder daß sie überhaupt gar nicht zu bewußten Vorstellungen sich ausbilden, sondern als unbewußte Seelenzustände fortexistiren, bis sie später unter günstigen Bedingungen doch noch in das Bewußtsein eintreten können. Beispiele für das letztere sind jedoch kaum aufzutreiben; vielmehr besinnen wir uns bei den meisten im Momente der Wahrnehmung nicht beachteten Empfindungen hinterher doch, freilich sehr unvollkommen, daß sie im Bewußtsein gewesen sind, aber sich nicht haben geltend machen können. Es bleibt uns mithin bloß die erste Deutung übrig, und ihr liegt denn deutlich die Voraussetzung zu Grunde, daß das Verschwinden der Vorstellungen nur durch den Gegendruck anderer zu erklären sei, bei dessen Wegfall sie ungehindert im Bewußtsein würden

geblieben sein. Dieser Voraussetzung sind wir nun, wie schon bei den Empfindungen einmal, veranlaßt, die andere dritte entgegenzusetzen, nach welcher jede Vorstellung, vielmehr um im Bewußtsein zu bleiben, einer besonderen zurückhaltenden Kraft bedarf, während sie sich selbst überlassen, verschwinden würde, doch so, daß dies Verschwinden allerdings durch die Wirkung anderer Vorstellungen sehr beschleunigt werden kann. Einen strengen Beweis kann weder Theorie noch Erfahrung für eine dieser beiden Annahmen geben, man kann nur die Wahrscheinlichkeiten derselben prüfen. Die erste stützt sich fast nur auf eine Anwendung des Gesetzes der Trägheit, nach dem jede entstandene Vorstellung unendliche Dauer zu fordern hätte. Es ist hier unmöglich, die Bedenken zu entwickeln, die man einer solchen Ausdehnung dieses Gesetzes entgegenzustellen hätte; so wenig wir seine Richtigkeit bei einfachen Bewegungen, von denen es zunächst handelt, in Zweifel ziehen, obwohl auch hier seine Giltigkeit keineswegs eine so einfach sich von selbst verstehende Vernunftwahrheit ist, so sehr müssen wir uns vor seinem Gebrauche bei Effecten hüten, die mit jenen Bewegungen gar keine Analogie haben. Indessen da eine realistische Metaphysik schwerlich hiervon überzeugt werden würde, wollen wir auf einen näher liegenden Punkt aufmerksam machen. Sei es auch so, daß eine einmal entstandene Wirkung nie wieder verloren gehe, so kann man doch nur dann ihre Fortdauer unter derselben Form erwarten, wenn keine Motive der Formumwandlung da sind. Dergleichen können aber sehr wohl in der Seele liegen, und wenn wir einmal Uebersinnliches in mechanischen Bildern aussprechen wollen, so dürfen wir der Seele eine solche Elasticität wohl zutrauen, durch welche sie die Anfüllung des Bewußtseins von selbst in einen anderen unbewußten Zustand verwandle, ohne zu erwarten, ob eine andere Vorstellung ihr in dieser Verdrängung zu Hilfe komme. In dieser Hinsicht ist es nun bloß eine Hypothese, daß dem anders sei. Und diese Hypothese ist nicht sehr wahrscheinlich, wenn man die innere Erfahrung überblickt, sie wird zu einer ganz anderen, wenn man die gradlose Stärke der Vorstellungen berücksichtigt. Wir wollen dies an einer kurzen Betrachtung der hauptsächlichsten Erscheinungen zu zeigen versuchen.

39. Denken wir uns das aufmerksame Bewußtsein mit einem Gedanken beschäftigt, so wird eine neu eintretende Vorstellung eine gewisse Macht über diese Beschäftigung ausüben, die von der Menge der associirten Vorstellungen abhängt, welche sie mit in das Bewußtsein zu rufen weiß, und die selbst sich wieder darnach richtet, in wie weit das Neue dem schon bestehenden Streben der Seele von Werth ist. Viele Vorstellungen scheinen uns zwar leicht gleichzeitig mit einem gehegten Gedankenkreise, aber in minderer Höhe und Klarheit durch das Bewußtsein zu ziehen; in Wahrheit aber finden wir hier oft nur einen vielfach unterbrochenen Zusammenhang einer Gedankenreihe, von der die Aufmerksamkeit durch eine neu auftauchende Vorstellung momentan abgelenkt wird, zu der sie aber zurückkehrt, wenn das Neue zu gleichgiltig und fremdartig ihrer eben obwaltenden Richtung ist, als daß es mit allem Reichthume seines Inhaltes sich in sie verflechten und dadurch längere Zeit im Bewußtsein sich zu halten wüßte. Unter diesen Gesichtspunkt fällt gewiß eine außerordentlich große Menge der sogenannten undeutlichen Vorstellungen; was sie darstellen, wird eigentlich mit derselben gradlosen Stärke vorgestellt, wie alles Andere, aber der Act der Vorstellung selbst ist auf eine verschwindende Zeit beschränkt, und die nachfolgende Erinnerung, die den ganzen Gedankenlauf überblickt, schreibt nun diesen machtlosen Elementen eine geringere eigene Intensität zu. Zu größerer Klarheit und Deutlichkeit gelangt dagegen

die Vorstellung dadurch, daß sie ihre Beziehungen zu anderen zu entwickeln Zeit erhält. Die Vorstellung eines Dreieckes, wenn sie einmal zufällig durch eine andere Gedankenreihe liefe, wird nicht dadurch intensiver wirken, daß sie etwa in der Armuth ihres Inhaltes, in der sie zuerst auftrat, nur immer heller glänzte, sondern dadurch, daß an sie immer mehr Nebengedanken ihrer Beziehungen zu anderen, Bruchstücke des geometrischen Verständnisses der Figur sich ansetzen, die sie alle als ihren Mittelpunkt anerkennen, immer auf sie zurückführen und sie dadurch im Bewußtsein erhalten. Wo unsere Aufmerksamkeit sich je mit einem Gegenstande beschäftigt, da erlangt sie nie durch ein festes Hinstarren auf diesen unwandelbaren Punkt eine größere Klarheit und Bedeutung; es wird nicht dieser isolirten Vorstellung größere Klarheit zu Theil, sondern das Bewußtsein ist in rastlosem Streben begriffen, das Object von immer neuen Seiten zu betrachten, um durch die Vielseitigkeit und Ausdehnung der Nebengedanken ihm diejenige Stärke zu geben, die intensiv das Vorstellen nicht zu graduiren vermag. Selbst das Brüten über einem Kummer saugt daraus Vergrößerung des Leides, daß es immer geschäftig neue betrübende Aussichten an ihm entdeckt, und wohin es sich auch wendet, alle Verhältnisse durch ihn verschoben findet; aber das Gefühl würde bald, wie das eines körperlichen Schmerzes, sich abstumpfen, wenn es bei der Anschauung des zuerst dargebotenen Gedankens stehen bliebe. Klarheit und Deutlichkeit der Vorstellungen oder ihre Stärke hat überhaupt, wie man sich durch Fortsetzung dieser Betrachtungen leicht überzeugen kann, gar keine Bedeutung, wenn diese nicht in eine solche Ausdehnung der Beschäftigung des Gemüths mit ihr durch den Ueberblick zahlreicher Relationen gelegt wird. Können wir uns nun ein bloß theoretisches Bewußtsein auch so denken, daß in ihm Tausende von Vorstellungen gleichzeitig sich von dem allgemeinen Lichte des Wissens bescheinen ließen, so entsteht doch eine nothwendige Enge des Bewußtseins da, wo ein seinem Begriffe nach einiges und untheilbares Streben den eigentlichen Nerv desselben bildet; und wir werden Vorstellungen, die zu diesem in keinem Grade der Verwandtschaft stehen, schnell spurlos verschwinden sehen, während andere, die ihm verwandt sind, sich mit großem Reichthume ihrer Beziehungen in dasselbe verflechten. Hierin scheint uns nun derjenige Gegensatz der verschiedenen Vorstellungen begründet zu sein, der bei dem Gedankenlaufe in der That wirksam ist. Grade der Verschiedenheit und des Gegensatzes finden zwar auch bei den einfachen Empfindungen Statt, allein schon hier nicht fest und unwandelbar. So wie jeder Gegensatz erst eine Skala voraussetzt, an der die Distanz zweier Elemente gemessen wird, so wird z. B. ein bestimmter Gegensatz der Farben, der Töne nur für den unbefangenen Sinn stattfinden, der durch Nichts präoccupirt ist; im Laufe einer Melodie aber, die ein bestimmtes Streben bereits angeregt hat, kann das einen weiten Gegensatz bilden, was in der Skala nahe zusammenliegt. Wir sehen daher auch nicht, daß man bestimmte Regeln gegenseitiger Hemmung und Begünstigung der Vorstellungen auf diese nur nach einem Maßstabe gemessenen Gegensätze gründen könnte. Noch vielmehr aber findet dies in Bezug auf zusammengesetzte Vorstellungen Statt, die überhaupt gar keine festen, sondern Gegensätze von sehr verschiedener Weite bilden, je nach dem Gesichtspunkte, unter dem ein schon bestehender Gedankenkreis sie unter einander zu vergleichen strebt. Auch der Gegensatz der Vorstellungen ist daher, wie ihre Stärke, keine ihnen fest inhärirende, sondern eine durch Relationen ihnen erworbene variable Bestimmung.

40. Festes Eigenthum der Seele wird nur das, was in ein bestimmtes

Streben aufgenommen worden ist, und die Erinnerung früherer Eindrücke ist eigentlich eine Erinnerung früheren Strebens, die großentheils selbst sich an die äußerlichen Formen hält, unter denen die erste Wahrnehmung allein möglich war. Keines complicirten Gesichtseindruckes erinnern wir uns vollständig wieder, wenn nicht in die allerdings gleichzeitige Auffassung seiner Theile doch unser den Gegenstand umlaufendes Auge ein System eigener Thätigkeiten hineingetragen hätte, und diese erworbene Methode der Construction ist das, was leicht in der Erinnerung wieder reproducirt wird. Nicht das qualitativ Gleiche der sinnlichen Eindrücke ist daher auch das, was wir vergleichend zu einem allgemeinen Bilde zusammenziehen, sondern die Methode der Verzeichnung, die wir an vielem qualitativ Unähnlichen doch gleichartig finden, bestimmt unsere allgemeinen Begriffe. Einer Melodie erinnern wir uns dann, wenn wir sie, was fast immer zu geschehen pflegt, selbst mit leisen innerlichen Strebungen begleitet haben, und die Ungewohnheit, den gemeinsamen strebenden Gedanken einer Menge sich durchkreuzender Harmonien festzuhalten, hindert uns dagegen in der Auffassung einer Musik. Eine Menge unverbundener Vorstellungen gleichzeitig in der Erinnerung zu fassen, ist uns unmöglich, denn sie theilen unser Streben, ohne eine Einheit zu finden; denken wir das Mannichfaltige dagegen in irgend einer gegenseitigen dramatischen Beziehung, so erlaubt uns seine Aufnahme in diese gemeinsame Einheit sehr wohl seinen gleichzeitigen Ueberblick. Zugleich sich eine Schlange und einen Löwen vorzustellen, ist unerreichbar; dies würde verlangen, daß unsere Phantasie zwei verschiedene nachconstruirende Bewegungen gleichzeitig verrichte, die sich unaufhaltsam stören würden; den Kampf beider können wir dagegen wohl vorstellen, obgleich auch hier die Aufmerksamkeit, wenn sie von diesem Verhältnisse sich auf die Gestalt der Kämpfer schärfer richten wollte, immer nur von der einen abwechselnd zur andern überspringen würde. Eine Gegend mit ihren Farben, Tönen, Düften und Luftströmungen stellen wir uns nie anders vor, als so, daß wir in unserem Erinnerungsbilde selbst wieder als auffassendes Subject mit auftreten, und wie in der wirklichen Wahrnehmung, so hier unsere Sinnesorgane den ankommenden Reizen öffnen, um ihnen in unserer Gesammtempfindung eine sonst unanschauliche Einheit zu geben. Einen vierseitig umschlossenen Hof überblicken wir auch in der Erinnerung nur dann gleichzeitig, wenn wir uns in die Vogelperspective versetzen, die einen gleichzeitigen Eindruck auch während der wirklichen Sinneswahrnehmung zulassen würde, und so ist überhaupt unsere Erinnerung niemals ein bloßes Wiederauftauchen von Vorstellungen, sondern eine Reproduction unseres ganzen Benehmens und Strebens während früherer Wahrnehmung. Und wie jedes Streben an den Bewegungen des Körpers einen sehr natürlichen Ausdruck findet, so associirt es sich auch so leicht mit diesen, daß beide zusammen für eine einzige That gelten können. Mit dem Gedanken verknüpft sich der sprachliche Laut, anfänglich durch instinctartige Nachahmung des Vorgestellten onomatopoetisch; dann diese rohe Aehnlichkeit durch die noch nachklingende Erinnerung an die etymologische Bedeutung des Wortes ersetzend, die die Phantasie in gleichartige Strebungen versetzt, wie der bezeichnete Gegenstand, endlich durch Rhythmus und Metrum der Klänge die Art der Bewegung vorandeutend, in welcher die Vorstellung weiter gehen soll. Auf solche Weise denken wir uns mithin das Bewußtsein keineswegs als einen bloß umschließenden Rahmen, in dem die einzelnen Vorstellungen nach mechanischen Gesetzen auftauchten, die von der Natur dieses umschließenden unabhängig wären; sondern eine fortwährende Thätigkeit bestimmt selbst erst durch ihren Inhalt

den eintretenden Vorstellungen ihren Werth und die Stärke, mit der sie sich gegen andere wirkend verhalten können.

41. Suchen wir nun, welche Einflüsse die Gestalt und Richtung dieses Strebens selbst noch bedingen, so ist hier ohne Zweifel zunächst ein Punkt, an welchem die eigenthümliche specifische Natur jeder einzelnen Seele mit in Betrachtung zu ziehen sein würde, wenn wir mehr über sie wüßten als dies, daß solche individuelle Unterschiede statthaben werden. Der Werth, den einzelne Gedanken oder Gefühlskreise haben, wird gewiß nicht für Jeden derselbe sein, und so dürfen wir in dem Phänomen der Phantasie keineswegs bloß ein Spiel der Vorstellungen sehen, die hier sich ganz bloß den Consequenzen ihrer mechanischen Verhältnisse überließen, vielmehr wird die eigenthümliche Natur der Seele auch den specifischen Weg mitbestimmen, den die Associationen der Vorstellungen nehmen. Dasselbe Schauspiel wird verschiedenen Individuen zur Quelle sehr abweichender Gefühle, und wenn auch hiervon ein großer Theil von der Mannichfaltigkeit der Lebenserfahrungen abhängt, welche der Gegenstand in ihnen anklingt, so ist doch nicht zu zweifeln, daß ein anderer auch von der specifischen Erregbarkeit der individuellen Seele herrühren werde; und auf sie müssen wir gewiß jene charakteristischen Unterschiede der poetischen Phantasie rechnen, die weder ihrem Inhalte, noch ihrem Werthe gemäß aus einem Spiele mechanischer Associationen hergeleitet werden würden. Diese vielmehr sind das dienende Mittel, dessen das eigenthümliche Colorit der Phantasie sich bemächtigt, um die Natur eines an sich nur ethisch oder ästhetisch meßbaren Strebens in Qualitäten und Combinationen an sich gleichgiltiger Vorstellungen auszudrücken. Deutlicher ist der Einfluß, den theils körperliche Bedingungen, theils die immerwährenden neuen Zuwächse der Vorstellungswelt ausüben. Wir haben schon früher an die Gewalt der allgemeinen Stimmungen erinnert, die aus unzähligen kleinen Empfindungen erwachsen, dem Geiste ein eigenthümliches Lebensgefühl zuführen. Unter ihrem Einflusse hauptsächlich steht die Richtung und die Mannichfaltigkeit unseres Gedankenlaufes, und dies bringt man in der That zu wenig bei der gewöhnlichen Betrachtung der Vorstellungsassociationen in Rechnung. Sprechen wir nämlich nicht von außerordentlichen Fällen, sondern von unserem alltäglichen Gedankenlaufe, der vor allen Dingen eine Erklärung verlangt, so werden wir in ihm größtentheils Vorstellungen finden, die in unzähligen Wiederholungen sich so oft mit anderen associirt haben, daß die Richtung, in welcher die neue Reproduction einiger derselben jetzt vor sich geht, kaum anders, als durch den Ausschlag gewährt wird, den eine herrschend gewordene Stimmung ihr giebt. Unter ihrer Anleitung wendet der Traurige tausendmal denselben schmerzlichen Gedanken hin und her, und alle Vorstellungen, die er associirend erregt, scheinen nur von der Seite ihrer Verwandtschaft mit dem Gegenstande des Kummers von Werth, und nur nach dieser Seite hin erwecken sie ein weiteres Gefolge, so daß hier zwar eine große, aber monotone Menge von Vorstellungen durch das Bewußtsein zieht. Allerdings werden diese Vorstellungen nicht hier von Neuem erzeugt, sie sind ein früheren Erfahrungen verdankter Schatz; aber sie streben in das Bewußtsein nicht von selbst und jede vereinzelt durch die Macht ihrer eigenthümlichen Stärke empor, sondern werden von der beweglichen Thätigkeit emporgehoben, wie von einer Anziehung, die das Gleichartige in einen Gedanken zu vereinigen sucht. Und hierin arbeitet jeder Augenblick des Lebens dem künftigen vor; nicht immer wird ein solches Streben der Seele erst vereinzelte Elemente wieder in das Bewußtsein zu führen haben, sondern früher schon werden einzelne Wahrnehmungen nur durch das Band einer solchen Verwandtschaft verknüpft worden sein

und leicht von selbst wieder in das Bewußtsein treten. Dieser Verlauf der Gedanken wird nun in verschiedenem Maße durch neue Vorstellungen und durch den Wechsel jenes körperlichen Gemeingefühles verändert, und wenn von der geistigen Stimmung hauptsächlich die allgemeinere Richtung der Reproductionen abhängt, so mag von dem letzteren namentlich die Geschwindigkeit des Wechsels der Vorstellungen und die Reichhaltigkeit des Gedankenlaufes, so wie manche Hinlenkung desselben auf sehr specielle Einzelheiten bedingt sein. Abgesehen von den angeborenen Anlagen für gewisse Gedankenkreise, über welche später noch zu sprechen sein wird, gehören hieher die verschiedenen Temperamente. Zwar versucht man ihre Schilderung häufig so, daß eine Menge von moralischen Charakterzügen darein mit aufgenommen werden; es scheint uns jedoch passender, sie jetzt nur als verschiedene Modificationen in der Schnelligkeit und dem Reichthume des Gedankenwechsels zu betrachten, die man wohl nicht mit Unrecht auf größtentheils körperliche Grundlagen zurückführen dürfte. Und zwar scheint hier die Schnelligkeit des körperlichen Stoffwechsels und die disponible Kraft, die aus dessen qualitativer Eigenthümlichkeit hervorgeht, dem Laufe der Gedanken zur Seite zu gehen. Wo wir, wie dies meist bei sanguinischem Temperamente der Fall ist, einen lebhaften Stoffumsatz finden, der auch zu Erkrankungen eigenthümliche Anlagen und den Krankheiten besondere Formen des Verlaufes giebt, wo sich dazu ferner eine leichte Aufregbarkeit der Reflexbewegungen in allen Gebieten des Körpers findet, da erscheinen auch die Gedanken durch die fortwährenden mehr oder minder lebhaften Gefühle, die dies körperliche Treiben erregt, in einem raschen Wechsel, und die Strebungen der Seele werden schnell über eine Menge von Vorstellungen hingleiten, jeder eine kurze Zeit lang lebhafte Theilnahme zuwendend. Wo ein trägerer Stoffwechsel weder leichten Zugang den Reizen verstattet, noch ihre Folgen schnell auszugleichen versteht, werden weder die Stimmungen des Gemüthes ebenso leicht erregbar wechseln, noch der Gedankenlauf schnell und beweglich jede ihm dargebotene Association weiter verfolgen, vielmehr wird ein gewisses zähes Festhalten der einmal entstandenen Vorstellungsreihe dem Bemühen des Körpers entsprechen, eingetretene Störungen durch langsame mühevolle Verarbeitung wieder zu entfernen. Wir beschränken uns, hierauf nur hingedeutet zu haben, eine weitere Ausführung würde noch vieler bestätigender Voruntersuchungen bedürfen. Im allgemeinen aber würde man diesen Einfluß körperlicher Bedingungen auf ein stabil gewordenes Lebensgefühl zurückzuführen haben, das der Seele eine größere oder geringere Intensität ihres Strebens verstattet.

42. Die nämlichen Einflüsse setzen im Schlafe und in einigen anderen Erscheinungen die Größe des Vorstellungslaufes auf ein Kleinstes herab. Auf welche Weise sie hier wirken, wird wohl lange noch ein Gegenstand des Streites zweier Meinungen bleiben, von denen die eine den Mangel einer Mitwirkung der nervösen Centralorgane, die andere ein Uebermaß hemmender Eindrücke, die von ihnen ausgehen, als Ursache betrachtet. Da die erstere Ansicht die geläufigere ist, so wollen wir versuchen, wie weit sich die zweite verfolgen läßt, die uns verschiedene Vorzüge in anderen Rücksichten darzubieten scheint. Sehen wir das Bewußtsein derjenigen Vorstellungen, die nicht durch eine ebengeschehende Wahrnehmung gestützt, sondern nur in der Erinnerung aufbewahrt werden als eine That der Seele an, die überdies als eine Substanz sich in einer fortwährenden Wechselwirkung mit den Theilen des Körpers befindet, so ist es im Allgemeinen wahrscheinlicher, daß ihre verschiedenartigen Zustände durch die Einflüsse der Centralorgane geweckt, geleitet und

gehemmt werden können, als daß sie überhaupt von ihnen erzeugt würden und mit ihrem Wegfall verschwänden. Sowohl dann, wenn wir die Vorstellungen dem Gesetze der Trägheit nach bis zur Vernichtung durch eine fremde Gewalt fortdauern ließen, als auch dann, wenn wir ihr Aufsteigen in das Bewußtsein einem sie aufsammelnden thätigen Streben der Seele zuschreiben, könnten wir wohl einer Reihe körperlicher Zustände die Macht zuschreiben, durch eine freilich nicht anschaulich zu machende Einwirkung auf den Zustand der Seele die Größe ihres Bewußtseins zu mindern. Allein auch hier scheint uns die letztere Ansicht, in einigen Fällen wenigstens deutlich, anwendbarer. Der gesunde Schlaf entsteht, wenn körperliche Ermüdung der Seele eine Menge von Eindrücken zuführt, die allmälig mit dem Gefühle der Ohnmacht nach außen, das sie erwecken, auch den Geist vermögen, von der Lebhaftigkeit seines Strebens nachzulassen und in den Zustand zurückzukehren, aus welchem seine inneren Zustände nur durch die That jener Aufmerksamkeit zu einem bewußten Leben hervorgehoben werden. Aber die vorausgesetzte Erschöpfung der Centralorgane, sofern sie etwa nicht mehr fähig sein sollten, das bewußte Leben durch ihre Mitwirkung zu erhalten, wird schwerlich zuzugestehen sein, denn wir sehen, daß wie irgend ein den Geist lebhaft ergreifendes Streben sich plötzlich erhebt, jene höheren Thätigkeiten keineswegs, wohl aber die Kraft der Seele, nach außen Wirkungen zu erregen, bedeutend abnimmt. Je gesünder ein Mensch ist, desto leichter ist er, wie wir namentlich an Kindern sehen, im Stande, fast augenblicklich einzuschlafen, obwohl er vorher im ungetrübten Besitze aller sensiblen und intellectuellen Fähigkeiten war. Es gelingt ihm, indem er willkürlich seiner strebenden Thätigkeit Ruhe gebietet, und wo kein dadurch nicht zu beschwichtigendes Gefühl sich ihm entgegenstellt, wird die Ruhe der Glieder, die Schließung der Augen, diese selbstgeschaffene Passivität und Abschließung gegen alle abzuhaltenden neuen Reize denselben Erfolg haben, wie die körperliche Ermüdung im andern Falle. Es scheint mir daher, daß auch diese keineswegs dadurch den Schlaf bedinge, daß Kräfte der Centralorgane aufgezehrt wären, ohne welche das Bewußtsein nicht herzustellen wäre, sondern daß positive Empfindungen körperlicher Erschöpfung, selbst also geistige Ereignisse, sich als Gegengewichte der bewußten strebenden Kraft der Seele anhängen, und sie ebenso in ihrer Beweglichkeit zu lähmen vermögen, wie andere intellectuelle Gefühle sie bald steigen, bald erschlaffen lassen, bei denen es schwer halten würde, eine ähnliche Steigerung oder Minderung in der Thätigkeit der Centralorgane vorauszusetzen, die nicht erst von diesen Gefühlen ausgegangen wäre. Wir meinen daher, die zusammenströmenden Empfindungen von der beginnenden Unfähigkeit der peripherischen Organe lähmen den Eifer des Bewußtseins, und wo die Centralorgane durch ihre Leiden dasselbe zu bewirken vermögen, bringen sie die Verdunkelung des Bewußtseins nicht durch Mangel ihrer Function hervor, sondern durch die Störungen derselben, die den Zustand der Seele ebenso positiv verändern können, wie jeder Empfindungsreiz, der sich in einem sensiblen Nerven eingefunden hat. Wir sehen daher die Schläfrigkeit eintreten, wenn die Ermüdung der Augen schon besondere Anstrengungen erfordert, sie dem Lichte gezwungen offen zu erhalten, wenn die Haltung des Körpers nicht mehr unwillkürlich von den motorischen Nerven besorgt wird, sondern eine willkürliche Zusammennehmung der Kräfte verlangt, und alle anderen Einflüsse, die diese Summe von Lebensgefühlen schneller als eine gewöhnliche Ermüdung erwecken, werden, wo nicht ein sehr lebendiges Streben ihnen das Gleichgewicht hält, dieselbe Neigung zur Ruhe erwecken. Selbst einzelne Theile dieser ganzen

Stimmung, die längere Blendung der Augen durch trübes, weißes Wolkenlicht, sind schon im Stande, gewissermaßen associirend diese Disposition der Seele zu erzeugen. Diese Betrachtungen sind der gewöhnlichsten Erfahrung entsprechend. Nur eine wissenschaftliche Hypothese kann darauf führen, daß die Gewalt, die uns dem Schlafe in die Arme führt, in einer Unfähigkeit der Hirnorgane bestehe, länger Bewußtsein zu produciren; wer sich selbst beobachtet, wird immer zugestehen müssen, daß eine Fortführung unserer Gedankenreihen uns nur durch eine tiefe Abneigung schwer gemacht wird, und daß wir vielmehr auf die wachsenden Müdigkeitsgefühle hinhorchen und auf sie einen größeren Werth legen, als auf die Vorstellungen, die uns in solchen Fällen gewöhnlich beschäftigen.

43. Es ist nun freilich die Frage, wie weit sich diese Annahmen auch auf die Fälle von plötzlichem Schwinden des Bewußtseins ausdehnen lassen, die aus verschiedenen Ursachen vorkommen. Wenn Jemand vor Schmerz oder Angst ohnmächtig wird, so ist es wohl ebenso glaublich, daß durch dies Gefühl, als psychisches Ereigniß, eine Erschütterung der Seele, wenn wir uns dieses Bildes bedienen dürfen, hervorgebracht wird, welche die Ausübung ihrer Thätigkeit hemmt, als daß eine Erschütterung der Centralorgane dieser Thätigkeit ihre sie bedingenden Substrate entzogen habe. Und in der That überredet uns davon noch mehr die Art, wie allmälig ein steigender Schmerz alle unsere Vorstellungen unterdrückt und sie fast in die einzige Schmerzempfindung verwandelt, noch lange, ehe jene vorgebliche Unfähigkeit der Centralorgane eintritt, und sie wird weiter bestätigt durch die ähnlichen Folgen rein psychischer Affecte des Schreckens, der Ueberraschung, bei denen es wenigstens nur einer eigensinnigen Theorie gefallen kann, zur Erklärung der nachfolgenden Bewußtlosigkeit den Umweg durch eine Adynamie der körperlichen Centralorgane zu nehmen, die offenbar im Gegentheile erst durch dieses Nachlassen der geistigen Herrschaft entsteht. Anders scheint es sich zu verhalten, wenn Jemand bei plötzlicher mechanischer Erschütterung des Gehirnes bewußtlos hinstürzt, und in diesem Vorgange liegt ohne Zweifel das Ueberredendste, was der Materialismus als gewöhnliches Experiment für seine Ansicht vorführen kann. Indessen können wir doch nicht umhin, auch dieses Beispiel mehr überraschend, als beweisend zu finden. Ein beträchtlicher Stoß auf die epigastrische Gegend, ein heftiger Schlag auf die Testikeln reicht zu plötzlicher Bewußtlosigkeit auch hin; und doch scheint es ziemlich ungereimt, anzunehmen, daß hierdurch eine bedeutende Störung sämmtlicher dem intellectuellen Leben dienender Centralorgane hervorgerufen werde. Wer sich erinnert, welche namenlose Angst häufig die Leiden von Organen erregen, die dem sympathischen Systeme unterworfen sind, und welches Gefühl der Vernichtung sich an plötzliche mechanische Beeinträchtigungen derselben knüpft, der wird nicht anstehen, auch bei der Erschütterung des Gehirnes eine sehr schnell bis hohem Grade ansteigende Schmerzempfindung für möglich zu halten, die den Ablauf des Bewußtseins unterbrechen kann. Aber die Bewußtlosigkeit wird hier länger als in vielen anderen Fällen dauern, da allerdings durch die Verletzung theils eine fortwährende Quelle hemmender Eindrücke geöffnet ist, theils die Zuleitung aller neuen Eindrücke durch sensible Nerven auf das Mannichfachste gestört sein kann. Wir wollen indeß nicht leugnen, daß vielleicht die Erklärung noch andere Punkte zu berücksichtigen hat. Wir haben bisher nur angenommen, daß wirklich im Bewußtsein schon aufgestiegene Empfindungen oder vielmehr Gefühle des Schmerzes, die bewußte Thätigkeit der Seele gelähmt haben;

aber allerdings können wir diese Lähmung uns auch entstehend denken von Veränderungen in dem inneren Zustande der Seele, die keineswegs selbst zum Bewußtsein gelangen. Wo das eine, wo das andere stattfindet, ist schwerlich zu entscheiden, obwohl die chronischen Bewußtlosigkeiten und die Erscheinungen des Blödsinnes auf die letzteren Ursachen zu deuten scheinen. Nur dazu finden wir keinen hinlänglichen Grund, anzunehmen, daß überall ein Mangel der Mitwirkung körperlicher Organe das Bewußtsein, gleich als hänge es nur von ihnen ab, verschwinden lasse; wir fanden vielmehr die Möglichkeit körperlicher Störungen und Hemmungen, die dem an sich nicht an die Centralorgane gebundenen Bewußtsein entgegentreten. Wie solche Einflüsse hier hemmend, so wirken sie auch oft beschleunigend und geben dem Gedankenlaufe verschiedene Richtungen. Manche Stoffe bringen nach dem Genusse einen lebhaften Ideenflug hervor, in welchen zuletzt alles individuelle Streben der Seele verloren geht und sich der Anschauung dieser Phantasmagorien hingiebt; allein keines dieser Mittel thut dies, ohne zugleich die ganze Summe der Lebensgefühle zu ändern, die Empfänglichkeit der Sinnesorgane für die Außenwelt bald zu erhöhen, bald abzustumpfen, ohne ferner eine Menge neuer, ungewohnter Gefühle, subjectiver Empfindungen anzuregen, und so die Seele in eine anamorphotisch verzogene Umgebung zu versetzen, in welcher sie sich ebenso wenig unzerstreut erhalten wird, als beim Schwindel unter einer beweglichen Flut einstürmender Gesichtseindrücke. Mit der Mannichfaltigkeit der Abwechselungen, welche diese körperliche Aufregung hat, wird auch die Schnelligkeit dieses Gedankenfluges übereinstimmen, und man wird zuweilen in dem Inhalte dieser Delirien selbst noch erkennen können, welche Organe durch ihre Aufreizung den überwiegendsten Antheil zu diesem Gefühlskreise gegeben haben; denn er wird in Gedankenverbindungen wiedererscheinen, die ihm eine irgend welcher früheren Erfahrung entlehnte Umgebung und Deutung zugesellen. In ähnlicher Weise haben wir uns die Entstehung der Träume und der fixen Ideen Wahnsinniger vorzustellen. Nicht Alles ist in den Träumen nur eine sich fortspinnende Erinnerung der früheren Beschäftigungen oder Vorstellungen; Vieles mag nur von den fortwährenden Eindrücken, die von inneren Organen der Seele zugeführt werden, zum Theile selbst von noch möglichen Wahrnehmungen des Aeußeren herrühren, zu welchen Empfindungen die Seele, unbewußt der eben stattfindenden wahren Verhältnisse, aus ihrer Erinnerung eine passende Scenerie hinzudichtet. So mag das Fliegen, das Herabsteigen in Abgründe, das Gefesseltsein an eine Stelle, Traumbilder, die so häufig vorkommen, von Unordnungen in den motorischen Centralorganen, Hyperästhesien und Anästhesien des Muskelgefühles herrühren, während Schmerzen und unangenehme Empfindungen zu erlittenen Grausamkeiten umgewandelt werden. Von diesen flüchtigen Traumbildern geht durch eine Reihe subjectiver Empfindungen, durch die Sinnestäuschungen des Flockenlesens, Mückensehens, durch die wandersüchtige Unruhe der Sterbenden diese Gewalt der körperlichen Eindrücke zur Beherrschung des Gedankenlaufes bis zu den Vorstellungen über, die in verschiedenen Graden das Bewußtsein beherrschen, und von dem einfachen Irrthume an, durch die zähe festgehaltenen Vorurtheile sich bis zu den fixen Ideen des Wahnsinnes steigern. Irgend ein krankhafter Zustand des Körpers kann mit peinigender Consequenz ein bestimmtes Gefühl im Bewußtsein unterhalten, an welches bald sich die ganze hypochondrische Aufmerksamkeit gefangen giebt, um entweder bei einer Wahnvorstellung stehen zu bleiben, die irgend eine zufällige Erinnerung dem Uebel unterschob, oder fortwährend von einer

abenteuerlichen Deutung zur anderen überzuspringen. Allein so viele Beispiele sich auch für diese Entstehung finden sollten, so müssen wir doch nicht vergessen, daß solche Leiden auch aus dem Innern des geistigen Lebens selbst entspringen können, und selbst jene körperlichen Grundlagen würden sie nicht hervorzubringen im Stande sein, wenn nicht das geistige Leben in sich selbst schon die Möglichkeit trüge, durch einige seiner Ereignisse in eine innere krankhafte Spannung zu gerathen.

44. Der Kürze halber hinweggehend über manche Ausführungen, die sich hier noch darbieten würden, haben wir noch einen zu unserem Plane gehörigen Gegenstand zu erörtern. Zu der Gesammtheit der sinnlichen Weltanschauung, die wir abgetrennt von allen höheren geistigen Thätigkeiten, als Object einer Physiologie der Seele hier behandeln wollen, gehört noch der Unterschied, den das Bewußtsein zwischen uns selbst und der Außenwelt stiftet. Eine Betrachtung der verschiedenen Formen des Bewußtseins und Selbstbewußtseins muß daher dem Vorigen zur Ergänzung dienen und wird einige noch zurückgebliebene Dunkelheiten zu zerstreuen suchen. Wir werden in dieser Beziehung hauptsächlich darauf zu sehen haben, in wie weit die bisher namhaft gemachten Umstände wirklich das vorhandene Seelenleben erklären, und ob es nicht Erscheinungen in ihm giebt, die aus diesen nur deswegen hervorzugehen scheinen, weil wir, die ausgebildeten Seelen, die in der That dazu noch fehlenden Bedingungen stillschweigend sogleich suppliren. Mit dem Namen des Bewußtseins nun bezeichnen wir zuerst jenes einfache transitive Wissen, welches alle Vorstellungen, Gefühle, Strebungen dergestalt durchdringt, daß von ihnen allen ohne dieses Gewußtwerden überhaupt nicht die Rede sein könnte. So wenig von den Farben alles Licht, so wenig läßt sich von diesen Erscheinungen allen dies Bewußtsein abstrahiren, sie haben ihr Dasein nur für das Subject, das überhaupt wissen kann. In diesem Sinne haben wir bisher vom Bewußtsein gesprochen und seinem Inhalte die Reihe jener uns unbekannten, unbewußten Seelenzustände gegenübergestellt, die der Seele nur ebenso wie jeder anderen Substanz, die des Wissens unfähig ist, widerfahren können. Ein solches Bewußtsein nun erklärt keineswegs schon die Gesammtheit der inneren Erscheinungen; es absorbirt sich vielmehr in dem jedesmaligen Inhalte, auf den es trifft, und so oft diesem ein anderer substituirt wird, würde es auf diesen übergehen, ohne den vorigen festhalten zu können. Denken wir uns jede Vorstellung nämlich der Seele durch einen äußeren Eindruck abgewonnen, so würde zunächst dem Wechsel dieser Eindrücke nur ein Wechsel des Wissens, nicht aber ein Wissen von diesem Wechsel nachfolgen können, und anstatt der Einheit des Bewußtseins, welches das Mannichfaltige zusammenfaßt, würde ein ebenso vielfaches Wissen vorhanden sein, als gleichzeitig oder successiv Eindrücke auf uns eingewirkt haben. Hier ist der erste Fall, wo wir mit einem sehr häufigen Irrthume in dem gegebenen Thatbestande alle nothwendigen Bedingungen zu einer Folge schon vorhanden glauben, weil wir das Eintreten der Folge zu sehr gewohnt sind. Indem wir überlegen, was wohl geschehen werde, wenn eine Reihe von Eindrücken auf die Seele wirkt, fassen wir sie eben in unserer Ueberlegung schon in eine Reihe zusammen und glauben dann, dies müsse die zu untersuchende Seele sogleich auch thun; wir bedenken aber nicht, daß wir jene Zusammenfassung durch eine Thätigkeit vollziehen, von der sich in der Seele, so weit sie bis dahin Gegenstand der Untersuchung gewesen ist, noch gar nichts vorgefunden hat. Man muß daher anerkennen, daß wenn überhaupt auch ein Wissen von dem Uebergange und Wechsel des Wissens statt-

finden soll, dann auch die gegenseitigen Verhältnisse gleichzeitiger Eindrücke oder ihre successiven Zusammenhangsformen ebenso als neue Eindrücke zweiter Ordnung betrachtet werden müssen, die nur, wenn es auch für sie eine Empfänglichkeit des Wissens giebt, Gegenstände des Bewußtseins werden können. In diesem Umstande liegt der Grund zu der Annahme eines inneren Sinnes, die man früher zu machen pflegte, und die keineswegs durch die andere ersetzt werden kann, nach der um der Einheit der Seele willen alle einzelnen Zustände derselben ohnehin in Zusammenhang stehen müßten. Denn der Einheit der Seele wegen würde ihren Zuständen nur eben dieser Zusammenhang zukommen, den die Einheit einer Substanz ihren Zuständen gewähren kann, nämlich ein an sich nicht gewußter; daß aber jene Verknüpfung in einem alles Mannichfaltige durchdringenden Wissen von dieser Mannichfaltigkeit bestehe, daß also die daseiende Verbindung zugleich eine Vorstellung von dieser Verbindung sei, folgt nur durch eine Subreption aus jener Einheit der Seele. Denn offenbar, so gut es es in dieser unbewußte Vorstellungen giebt, so gut konnte auch jener Zusammenhang ein eben nur vorhandener, vom Bewußtsein aber keineswegs wahrgenommener sein. Es ist daher ausdrücklich als die zweite Form des Bewußtseins zu erwähnen, daß es auch ein Wissen vom Wechsel und den Verhältnissen des Gewußten giebt. Dagegen kann man die Nothwendigkeit bezweifeln, nun noch ein drittes unmittelbares Wissen der Seele von sich selbst anzunehmen. In der That scheint die Seele, wenn sie von sich wissen soll, zur Bildung ihrer Kenntniß von sich selbst nur auf demselben Wege gelangen zu können, wie zur Bildung jedes andern Begriffes, indem sie nämlich in dem Inhalte ihrer Vorstellungswelt sich selbst findet, oder doch Spuren ihrer eigenen Thätigkeit, die auf sie selbst zurückleiten. Dennoch fragt es sich, ob diese Abweisung jener Meinung ganz richtig ist. Der Name Ich hat die Unbequemlichkeit, dreierlei bezeichnen zu sollen, was man doch nicht verwechseln darf. Zuerst nämlich bezeichnet er die Seele als das Subject der Untersuchung, welches diese Frage nach seiner eigenen Natur aufwirft; zweitens die Seele als das Object, um dessen nähere Kenntniß es sich eben handelt; drittens aber bezeichnet er auch noch das Bild, die Vorstellung, die sich das erste von dem zweiten macht. Soll daher das Wesentliche des Ich in der Identität des Subjectes und Objectes bestehen, so ist dies nur insofern richtig, als jedenfalls das Wesen der Seele das Object ist, das sie als untersuchendes Subject erreichen und erfassen will; aber unrichtig, wenn die gewöhnliche Vorstellung vom Ich, wie sie sich im Bewußtsein als ein Phänomen neben anderen ausbildet, als eine gelungene Auflösung dieser Aufgabe betrachtet wird. Die Natur der Seele, wie alles Uebrige, kann dieser selbst nur nach den Auffassungsformen modificirt erscheinen, welche sie für alle Objecte besitzt; daß aber die Producte dieser Auffassung gerade hier dem Wesen des Aufzufassenden vollkommen entsprechen sollten, ist eine sehr unwahrscheinliche Voraussetzung, und viel wahrscheinlicher, daß ohne ausdrückliche Vorbereitung des Gedankens für dieses Problem das Bild, das die Seele von sich faßt, ziemlich weit von einer getreuen Darstellung ihrer Natur entfernt sein werde. Wenn wir nun einige Bemerkungen über die Art hinzufügen, wie die Vorstellung vom Ich sich ausbildet, so betrachten wir diese ausdrücklich nur als ein solches innerliches Phänomen und verfolgen ihre Entwicklung so weit, bis das Bedürfniß sichtbar wird, sich dieser bloß mechanisch-psychologischen Ausbildung unserer Kenntniß vom Ich zu entschlagen und die weitere Aufklärung in einer wissenschaftlichen Theorie über die Natur der Seele zu suchen.

45. Allein auch nach dieser Theilung der Aufgaben enthält die Frage, wie sich eine Vorstellung vom Ich ausbilde, zwei verschiedene, nur zu großem Schaden aller Untersuchung vermischte Fragepunkte; einmal nämlich müssen wir wissen, welcher Inhalt überhaupt auf jeder Stufe der Entwicklung den Begriff des Ich erfüllt; zweitens aber, wie wir dazu kommen, irgend einen Inhalt als nicht der übrigen Mannichfaltigkeit der Vorstellungen coordinirt, sondern ihnen allen entgegengesetzt, mit dieser Innigkeit einer Zurückbeziehung auf uns selbst mit uns zu identificiren. Dem Späteren überlassend, den Sinn der zweiten Frage noch besser hervorzuheben, beginnen wir mit der ersten. Der einfachste Inhalt, den die Vorstellung vom Ich haben kann, ist die Wahrnehmung des eigenen Körpers. Nicht allein, daß sie sich im Wechsel aller übrigen Wahrnehmungen gleich bleibt, auch unsere Empfindungen sehen wir vielmehr an Veränderungen dieses abgeschlossenen Gebietes sinnlicher Anschauungen gebunden, und grade die Sinneswahrnehmungen, die uns durch Widerstand am meisten den Begriff fremder Realität aufdringen, entstehen erst bei wahrnehmbarer Berührung mit diesen sinnlichen Grenzen, in denen unser geistiges Leben eingeschlossen ist. Dennoch, wäre es nur dies, daß die Erscheinung unseres Körpers sich zwischen alle anderen Eindrücke eindrängte, so würde dies noch nicht dazu führen, diesen Gegensatz zwischen Innerem und Aeußerem hervorzubringen, der der Vorstellung vom Ich zu Grunde liegt. Aber daß die Grenzen des Körpers zugleich die Grenzen sind, innerhalb deren Gefühle der Lust und Unlust die Veränderungen begleiten, Regungen des Willens unbedingten Gehorsam finden, dies erst legt auf seine Vorstellung ein so entscheidendes Gewicht, daß er, als das eigene Selbst uns ganz unvergleichbar mit allem andern, diesem gegenübertritt. Säße eine bloß vorstellende, nie Schmerz und Lust fühlende, nie begehrende Seele in einem Körper, der ihren Anregungen nicht gehorchte, so hätte sie nie Veranlassung, dies Substrat ihres Daseins von der äußeren Welt zu unterscheiden. Hier ist mithin der Körper der Inhalt der Ichvorstellung, das sinnliche Gefühl der entscheidende Charakter, der ihn vom Aeußeren abtrennt, und darnach muß man das beurtheilen, was dieses Selbstbewußtsein für das übrige Seelenleben leistet. Denn dies scheint allerdings nicht sehr viel, und man kann anstehen, ob man dieses erste Bewußtwerden eines Unterschiedes zwischen Innerem und Aeußerem schon mit dem Namen eines Selbstbewußtseins belegen soll. In der That ist hier eigentlich bloß ein Unterschied gefühlt, ohne daß dieses Selbst irgend einem deutlichen höheren Begriffe untergeordnet wäre, der seinen Inhalt und die Rechtsgründe seiner Entgegensetzung gegen das Aeußere angäbe. Allein dieser Mangel einer Reflexion über die Bedeutung der entgegengesetzten Glieder hebt die Energie des Gegensatzes nicht auf, mit dem in dem geringsten sinnlichen Schmerze die Seele sich als ein Selbst dem Aeußeren gegenüber fühlt. Es scheint mir daher eine fruchtlose Weisheit, den Thieren, bei denen alle diese Umstände vorkommen, ein Selbstbewußtsein absprechen zu wollen; nur dies wird man behaupten dürfen, daß der Inhalt, den ihr Vorstellungskreis diesem gefühlten Selbst unterschieben kann, sich nicht über einige, dem wahren Wesen der Seele unangemessene Bilder erheben wird, obwohl denn auch die Vorstellung, die der Mensch von seinem Ich hat, auf so absolute Wahrheit keinen Anspruch machen kann. Dreierlei wollen wir daher hier bemerken: erstens, daß der Grund einer Entgegensetzung überhaupt schon in dem einfachsten sinnlichen Gefühle gegeben ist, das auch das armseligste Thier behüten wird, sich mit der Außenwelt zu verwechseln; und auf diesem oder anderen

Gefühlen wird auch bei jeder spätern Ausbildung die eigenthümliche Innigkeit der Zurückbeziehung beruhen, die dem Begriffe des Ich gehört; zweitens, daß der Reichthum des Selbstbewußtseins nur verschieden sein wird nach der Bedeutung, die dem Ich gegeben wird, nicht nach der Energie des Gegensatzes; drittens, daß schon diese einfachen Umstände jene Beziehungen zu einer Außenwelt erklären, die bei allen unsern sinnlichen Wahrnehmungen vorkommen. Wir haben früher die Frage berührt, wie unsere Sinnesempfindungen dazu gelangen, auf ein Aeußeres bezogen oder nach Außen versetzt zu werden; wir sehen jetzt, wie grundlos die veralteten Annahmen eines eigenthümlichen Nachaußenwirkens unserer Sinnesorgane sind, denn sie würden voraussetzen, daß die Seele eine Vorstellung von diesem Draußen schon habe, während sie doch erst im Verlaufe der Sinneswahrnehmungen entstehen kann. Und zwar ist dieses Außen, das wir hier im Gegensatze zum Selbst auftauchen sehen, zunächst noch kein räumliches, sondern ein ideelles; nur der Gedanke dessen, was nicht Ich ist; erst weitere Erfahrungen, die der sich gleichbleibende Körper durch seine Bewegung in der Welt mannigfacher Objecte macht, welche alle den Charakter dieses nicht-Ich tragen, lehrt uns die äußere Welt als eine räumliche Aeußerlichkeit fassen, und auf sie alle die Empfindungen beziehen, die für sich selbst betrachtet, durchaus keine solche Hindeutung enthalten. Lassen wir lange von einer einzigen Farbe unser ganzes Sehfeld ohne Unterschiede der Helligkeit und Gestalt beleuchten, so können wir uns noch, trotz des Widerstrebens unserer an die Außenwelt gewöhnten Erinnerung, in diesen Zustand bloßer auf nichts Aeußeres bezogener Empfindung zurückversetzen; Farben und Töne erscheinen dann wie das Wärmegefühl, als unsere eigenen Affectionen. Aber Gesichts- und Gehöreindrücke mit ihrer mathematisch-regelmäßigen Mannigfaltigkeit begünstigen, da wir in uns keinen Grund dafür finden, allerdings sogleich die erfolgende Beziehung auf ein Aeußeres [1]). So wie aber das Gefühl der Selbstheit diese Auslegung der äußern Welt bedingt, so bereichert sich umgekehrt aus dem Fortschritt derselben die Vorstellung jenes Selbst. Nicht der Körper allein wird sein Bild darstellen, sondern die Erfahrung wird leicht den Unterschied des Beseelten und des Unbeseelten auch dem blödesten Sinne begreiflich machen, und so wird selbst das Thier sich unter dieses Bild des beseelten Körpers, wenn gleich nicht unter den Begriff der Seele subsumiren. Es wird ferner mit jenem Bewußtsein, welches verschiedene Vorstellungen gleichzeitig und successive in ein höheres Wissen vereinigt, aus den zahllosen Bildern, die es von sich in jedem Zustande seiner Thätigkeit und seines Leidens erhielt, sich eine Lebensgeschichte zusammensetzen, deren einzelnen Theilen wieder das mittlere Bild, das aus allen Erinnerungen sich ergiebt, als beständiges Subject gegenübertritt. Vermittelst jenes Bewußtseins wird es nicht eine bloße Höhle sein, in der Vorstellungen nach mechanischen Gesetzen der Association und Reproduction nur auf- und niedertanzen, es wird nicht die reproducirte Vorstellung als eine ganz neue ansehn, sondern wissen, daß sie im Ganzen seines Lebens schon ihren Platz hatte, und so wird denn diese Gestalt des Selbstbewußtseins alles das leisten, was wir nothwendig auch den Thieren zuschreiben müssen. Ob nun, und wie weit die Intelligenz der Thiere sich über diesen Standpunkt erhebt, mögen die entscheiden, die dies wagen; genug für uns, wenn ohne unwahrscheinliche Voraussetzungen das erklärbar ist, was wir durch die deutlichsten Erfahrungen ihnen zuzuschreiben gezwungen sind. Diese Gestaltung nun eines empirischen Ich erlaubt uns zuerst, davon zu spre-

[1]) Vergl. meine allgemeine Pathologie. S. 150 ff.

chen, daß wir nicht blos ein Wahrgenommenes wissen, sondern uns seiner bewußt sind, indem wir über jenes blos transitive Wissen hinaus, das in jeder einzelnen Sinnesempfindung stattfindet, noch jene empirische Vorstellung unserer selbst mitbringen, und dem Wahrgenommenen seine Beziehungen zu ihm geben. Diese Einreihung eines neuen Eindruckes in das empirische Ich kann mit größerer oder geringerer Ausdehnung erfolgen: wir meinen uns unserer nicht blos dann nicht bewußt gewesen zu sein, wenn wir schlaftrunken auffahrend, von jeder früheren Erinnerung entblößt, den Sinneseindrücken wie ein ganz neues Wesen entgegentreten, das erst ein Ich werden soll; auch im Zorne glauben wir uns zu vergessen, wo wir zwar ein Ereigniß mit der äußerlichen Lebensgeschichte unseres Ich zusammenreihen, aber nicht mit den Gesinnungen und Vorsätzen, die einen beständigen Zug dieses Ich bilden sollten. Je nach dem Reichthum des Inhalts mithin, den in jedem Augenblicke das Bewußtsein des empirischen Ich hat, werden wir uns einer Sache, die wir mit ihm zusammenfassen wollen, mehr oder weniger bewußt sein [1]). Und hier ist denn auch der Wohnsitz jener Schwäche oder Undeutlichkeit der Vorstellungen, die wir nicht als eine primitive Eigenschaft derselben ansehen konnten. Jene Vorstellungen erscheinen uns unklar, denen das empirische Ich nicht mit einem solchen Reichthume verwandter Vorstellungen entgegenkam, daß sie durch mannigfaltige Verflechtung mit ihnen eine bestimmte Stelle im Bewußtsein hätten erhalten können. Außer andern geht dies gewiß auch manchen Traumvorstellungen so, die entweder ganz vergessen werden, weil sie sich während des Traumes mit keiner bestimmten Lebenserinnerung verbinden konnten, und für die es daher dem Bewußtsein an Handhaben der Reproduction fehlt, oder die, durch irgend eine einseitige Association wiedererweckt, fremd und seltsam durch unser Gemüth schweben, ohne irgendwohin eingereiht werden zu können, und die doch oft mit unerklärlichen Nachklängen des Gefühls, mit eigenthümlichen Stimmungen uns überraschen und unser Bewußtsein überschatten.

46. Jede neue höhere Thätigkeit, die sich in der Seele entwickelt, wird auch dem Bilde des Selbst eine neue und gesteigerte Bedeutung geben, obwohl sie die Kraft des Gegensatzes zwischen ihm und dem Aeußern nicht steigern kann, wie diese schon in der einfachen sinnlichen Lustempfindung lag. Ueber diese unserm eigentlichen Gegenstande fremde Reihe von Phänomenen erlauben wir uns nur einen kurzen Ueberblick. Ohne Zweifel bilden sich auch bei dem Thiere im Laufe der Vorstellungen aus dem mannigfaltigen Einzelnen durch Verstärkung des Analogen und Abschleifung des Verschiedenen allgemeine Bilder aus, die in der Anwendung ihm die allgemeinen Begriffe unseres Denkens ersetzen; auch bei ihm wird eine oftmals wiederholte Reihe von Wahrnehmungen, denen ein anderes Ereigniß folgte, bei jedem neuen Eintreten der Anfangsglieder auch die Erwartung des neuen Eintrittes jenes Schlußgliedes erwecken, und so wird sich bei ihm dieselbe Routine der Erkenntniß ausbilden können, die bei uns sich auf die Schlüsse des Denkens gründet. Während wir aber im gewöhnlichen Leben uns allerdings häufig ebenfalls diesem Mechanismus des Gedankenlaufes hingeben, so daß der Fortgang unserer Gedanken an einem solchen Faden der Reproduction und Association verläuft, so unterscheidet sich doch davon anderseits das Denken dadurch, daß es eine Kritik ist, welche die durch die Wahrnehmung dargebotenen Verknüpfungen von Vorstellungen zu rechtfertigen sucht, indem sie dieselben auf Begriffe zurückführt, die eine in dem Inhalte der Vorstellungen vorhandene objective Nothwendigkeit solcher Ver-

[1]) Vergl. Instinct. Dieses Handwörterb. Bd. II. S. 199.

hinfang bedenken. Das Urtheil verbindet zwei Begriffe nicht deswegen, weil der Lauf der Erinnerungen sie zusammen, wie zwei Töne der Musik, emporführt, sondern sie als Subject und Prädicat gegenüberstellend, rechtfertigt es ihre Verknüpfung, indem es den einen als die Substanz ansieht, die dem andern eine Stätte der Anheftung gewährt. Baculus stat in angulo, ergo pluet, ist ein thierischer Schluß, in welchem die Erinnerung einer Wahrnehmung die Erwartung einer früher damit verbundenen erregt; der Schluß des Denkens dagegen rechtfertigt solche sinnliche Verknüpfungen des Vorstellungsverlaufes, indem er ein Ereigniß durch Unterordnung eines speciellen Falles unter ein allgemeineres Gesetz beweist. Diese eigenthümliche Thätigkeit des Denkens nun, wie sie dem ganzen übrigen Kreise unserer Erfahrungen größere Klarheit und Sicherheit verleiht, wendet sich auch auf den Inhalt des Ich zurück und sucht ihn nach allen jenen Begriffen abstracter Art zu bestimmen, welche sie auch in die übrigen Wahrnehmungen hineinarbeitet. Einfache Erfahrungen, wie die von der Entbehrlichkeit mancher Körpertheile für die Existenz des Ich, die Anschauung des Todten, unterstützen sie; bald wird das Bild des belebten Körpers unzureichend zum Ausdruck des Ich, und der Begriff einer beständigen, den Wechsel überdauernden, unsinnlichen, denkenden Substanz tritt hier an seine Stelle ebenso, wie an die der gewöhnlichen Sinneserscheinungen der Begriff des Dinges oder der unbeseelten Substanz an sich. Und wie in dieser der Sitz der Kräfte, welche die äußere Natur bewegen, so wird in der Seele die letzte Ursache gesucht, die der inneren Erfahrung zum Grunde liegt. So aber hat das Denken nur den Allgemeinbegriff der Seele geschaffen, nicht Jedem sein Ich erläutert. Das Wesentliche der Individualität liegt mithin nicht in dem Wesen der Seele als denkender unveränderlicher Substanz, sondern in dem empirischen Ich allein, das jetzt nur bezogen auf einen inneren Punkt erscheint, in welchen das Specifische des Individuellen nicht reicht.

47. Aber gerade dies scheint unerträglich. Denn die Summe unserer Lebenserfahrungen, die das empirische Ich bilden, ist von uns unabhängig; wir würden mithin andere geworden sein, wenn es uns anders ergangen wäre. Von diesem Gedanken sucht sich das Bewußtsein zu befreien, indem es einen ästhetischen Inhalt seines Ich an die Stelle des theoretisch allgemeinen oder des empirisch individuellen setzt. Denn im Allgemeinen wird es stets die Tendenz des noch unwissenschaftlichen Vorstellens sein, das Ich, welches sich spröde gegen das Denken zeigt, desto inniger im Gefühl zu erfassen. Das Denken ist das Mittel, Allgemeines zu erkennen, das Individuelle entgeht ihm und steht nur einer unmittelbaren Anschauung offen. Und wie die sinnlichen Gefühle zuerst unser noch mit dem Körper belastetes Ich von dem fremden äußerlichen Universum abschieden, so meint man jetzt in reinerer Weise sich in intellectuellen Gefühlen selbst anzuschauen. Schon die eigenthümliche Stimmung des Geistes, das Temperament, halten wir für einen nähern Wohnsitz dieses gesuchten Ich; unbeschreiblich und unausdenkbar, wie es ist, fühlen wir doch, daß wir es mit Niemand vollkommen ähnlich theilen. Nicht sowohl durch die Masse seiner Kenntnisse und den Inhalt seines Erlebten charakterisirt sich jetzt der Mensch vor sich selbst, sondern ausdrücklich diese ganze Objectivität nur für einen zufälligen Uebungsplatz seines eigenen Wesens haltend, findet er sich vielmehr in der ihm bewußten Grazie, Manier und Gewohnheit seines Verhaltens, seines Gebahrens mit seiner eigenen Gedankenwelt wieder. Während die Formen des Denkens allen Individuen gemeinsam, die Gegenstände ihrer Anwendung aber allen zufällig sind, ist hier allerdings die Selbstbetrachtung auf eine Grundlage gerathen, die unendliche Mannigfaltigkeit zuläßt, und jedem Indi-

viduum seine specifische Verschiedenheit von anderen ermöglicht. Allein man kann sich nicht verhehlen, daß auch auf diesen ästhetischen Charakter die zufälligen Verkettungen des Lebens vom größten Einfluß sind, und daß es selbst einem ahnenden Gefühle auch nur in seiner Weise schwer fallen müßte, durch die großen Umwandlungen der Sinnesart hindurch, die wir so oft eintreten sehen, ein und dasselbe Bild des Ich zu verfolgen. Ein anderer Hang kommt hinzu. Wäre auch der ästhetische Charakter der feste Kern des Ich, aus dem jede seiner Aeußerungen sich später entwickelt, so wäre er doch als eine Naturbestimmtheit der Seele, an die wir durch Geschlecht, Constitution u. s. f. gebunden sind, zwar etwas im Ich, aber nicht das Ich selbst; wir haben uns nicht gemacht zu dem, was wir sind. Diese extreme Forderung, nichts dem bloßen Sein, sondern alles sich selbst zu verdanken, führt zu dem neuen Begriff der Seele, sich als reine Thätigkeit, sich selbst gestaltendes Handeln aufzufassen; jene natürliche Bestimmtheit aber, so weit sie vorhanden ist, als eine der eigentlichen Natur der Seele fremde Seite der Endlichkeit und Aeußerlichkeit zu betrachten. Man glaubt sich jetzt nur noch in seinen Strebungen, seinen ästhetischen oder moralischen Productionen zu besitzen. Zwar auch hier sieht sich das Ich durch eine nicht aus seinem bewußten Selbst hervorgehende, sondern ihm nothwendige Gesetzgebung der Werthbestimmungen begrenzt, aber doch nicht in seinem Streben durch sie beherrscht. Vielmehr scheint ihm seine eigenste Substanz in einer That der Freiheit zu liegen, durch die es sich seinen Charakter und dessen Consequenzen selbst bestimmt hat. So ist die letzte Stufe erreicht, wo aus dem Begriff des Ich jeder substantielle Inhalt aufgezehrt ist, und der Kern der Individualität aus einer durchaus grundlosen That, für die es schwer halten würde, ein Subject zu finden, hervorgehn soll. Dies sind einzelne hervorstechende Züge aus einer Phänomenologie des Selbstbewußtseins. Man sieht in ihnen, wie drei Fragen sich kreuzen und ihre Beantwortung gegenseitig stören; zuerst die nach der allgemeinen Natur der Seele, des Substrates aller beobachteten innern Erfahrungen, dann die zweite nach der specifischen Natur, durch welche die eigene Seele unterschieden ist von jeder anderen, die dritte endlich, nach der Art, wie sie sich auf sich zurückbezieht, und in dem Begriffe, oder vielmehr in dem Bewußtsein der Ichheit diesen Unterschied noch einmal selbst vollzieht. Die Rathlosigkeit dieser Gedanken ist der Ursprung der wissenschaftlichen Untersuchung, die zwar an sich nicht weniger ein psychologisches Phänomen, in anderer Rücksicht doch als Gegensatz zu diesen gefaßt werden muß. Ueber die verschiedenen Wege, welche sie einschlägt, versuchen wir später einen Ueberblick, und schließen hier, indem wir auf die frühere Bemerkung hinweisen, wie groß der Unterschied zwischen dem Selbstbewußtsein, als einer Zurückbeziehung auf sich selbst und zwischen der Erkenntniß des Substrates ist, das diese Zurückbeziehung unternimmt. Was auch die Natur der Seele sein mag, und welches Motiv in dieser auch für die Existenz eines Selbstbewußtseins liegen mag, dies Bewußtsein selbst wird, wie schon früher durch das sinnliche Gefühl, so überhaupt nur durch Gefühl vermittelt, und nur jene Interpretation der Natur des sich auf sich Beziehenden, so weit sie stattfindet, hat die Eigenthümlichkeit des Erkennens. Die Erkenntniß kann leicht zu irgend einem Begriff von der Seele kommen, kann selbst diese durch das wesentliche Merkmal solcher Zurückbeziehung auf sich selbst bestimmen, aber daraus folgt noch nicht, daß wir dies so gefundene Substrat unserer selbst mit jener Innigkeit als mit uns eben zusammenfallend denken, wie dies überall geschieht, wenn wir den Namen Ich aussprechen. Gesetzt wir wüßten, Seele sei das Subject, das sich selbst auch Object ist, so fragt sich, welche unter allen Sub-

ungen, die diesen Vorzug theilen, nun unser Ich sei? Freilich diejenige, die das Subject und Object unserer inneren Erfahrung ist, aber welche ist diese unsere? Man sieht leicht, daß wer Ich zu sich sagt, nicht ein bloßes theoretisches Bewußtsein vom Zusammenfallen des Subjectes und Objectes habe, sondern er fühlt, daß dieses Schicksal ihm jetzt eben selbst zustößt, während er den allgemeinen Fall denkt. So wenig als Jemand erkennen könnte, daß ihm selbst ein Glied schmerze, wenn er nicht eben im Gefühl evident dies theoretisch ganz unausdrückbare Zusammenfallen des Ereignisses mit seinem Selbst empfände, so wenig würden wir ohne dies Gefühl der Einheit mit uns aus bloßer Erkenntniß den Begriff des Ich jemals mit jener energischen Innerlichkeit bilden, die ihm zugehört. Wir würden vom Ich sprechen, so wie vom Schmerze überhaupt, wie von einem Gegenstande, dessen Natur wir kennen, der uns aber weiter nichts angeht. Diese Bemerkungen, deren voller Zusammenhang etwas zu schwierig für diese kurze Darstellung ist, haben hier nur den Zweck, die früher gethanen Aeußerungen über das Selbstbewußtsein auch der niedersten Thiere zu rechtfertigen. Sie besitzen es unstreitig; aber es wird arm sein, nicht zwar nothwendig an Energie, aber gewiß an ausgebildeten Vorstellungen über die Natur des Subjectes, dem es zukommt. Diese Selbsterkenntniß mag allerdings durch sehr verwickelte und vielfach verschlungene Gedankenreihen allmälig entwickelt werden; aber das Gefühl der Selbstheit gewinnt dadurch kaum an Lebhaftigkeit, noch weniger darf es als ein Product aus allerlei Verkettungen von Vorstellungen betrachtet werden. Ueber die Gegenstände dieses Abschnittes vergleiche noch VII.

VI. Die Seele und die Centralorgane.

48. Gewiß nur auf dem Wege der Beobachtung und des Versuchs werden sich unsere Kenntnisse über die Grenzen und die Art und Weise der Wechselwirkung zwischen Seele und Centralorganen, und so zwischen ihr und dem Körper überhaupt erweitern; aber wie überall, so werden wir auch hier von den Erfahrungen erst dann einen Vortheil ziehen, wenn wir uns über die Grundsätze verständigt haben, nach welchen ihre Aussagen zu deuten sind. Auch diese Grundsätze zwar mögen sich zum Theil mit dem Fortschritt der Erfahrungen selbst durch deren evidente Hindeutung auf gewisse Wege der Erklärung feststellen, zum Theil aber sind sie von der Art, daß sie sogleich auch für die Unternehmung der einfachsten Versuche eine vorgängige Sicherung bedürfen. Diese Betrachtungen sind bisher sehr wenig gemacht worden; ich habe früher einen Versuch dazu gemacht, dessen Hauptpunkte hier einer erneuerten Prüfung unterworfen werden sollen [1]. Nicht auf eine Vermehrung der unendlich vielen Phantasien über die Wirkungen dieses oder jenes Centraltheiles kommt es daher hier hauptsächlich an, sondern auf die Beantwortung der Frage, welche allgemeine Ansicht über die Art des Zusammenhanges zwischen Körper und Seele an sich sowohl vertheidigt werden könne, als für die Erklärung des Seelenlebens die meisten Vortheile darbietend. Daß hierüber die Meinungen unbestimmbar schwanken, ist bekannt, und man kann aus ihrer Menge hauptsächlich vier hervorheben, die sich noch gegenseitig bekämpfen. Die erste ist jene materialistische Ansicht, welche alle geistigen Thätigkeiten ebenso als sonst freilich nicht weiter erklärliche Prädicate des Stoffes betrachtet, wie etwa auch die chemischen Verwandtschaftskräfte uns als solche gelten. In so weit stimmt diese Ansicht

[1] Vergl. meine allgemeine Pathologie. §§. 9. 10. 11.

nicht blos mit jener anderen überein, welche die Realität des Stoffes überall von der Idealität des Gedankens durchdrungen sein läßt, sondern sie eröffnet auch der Phantasie einen bestechenden Ausblick in eine Welt des unendlich Kleinen, in welcher kein Stoff ohne innerlich beseelende Lebendigkeit gedacht wird. Wenn mithin diese Theorie sich einestheils durch die Leichtigkeit ihrer Grundannahme, anderntheils durch diese scheinbare Befriedigung einer Sehnsucht des Geistes empfiehlt, die nirgends einen unversöhnbaren Zwiespalt zwischen Stoff und Seele ertragen möchte, so hat sie ebenso einen theoretischen Punkt und ein unbefriedigtes Bedürfniß gegen sich. Wir haben schon früher angeführt, daß die Einheit der Seele, oder vielmehr die Einheit des Bewußtseins, selbst wenn dieses nur zwei Empfindungen gleichzeitig in sich vereinigte, dieser Ansicht entgegensteht. Der höher organisirte lebendige Leib würde nur als eine Kolonie kleiner Seelen erscheinen können, deren inneres Leben zu keiner Einheit eines Totallebens zusammenfließen könnte. Wie sehr man daher auch geneigt sein möchte, einzelne geistige Verrichtungen an die Thätigkeiten einzelner Hirnfasern oder noch kleinerer Hirnelemente zu knüpfen, immer würde man über dieser körperlichen Organisation noch einen höheren Schlußpunkt suchen müssen, den man nur in der Annahme eines untheilbaren, bevorzugten Elementes finden könnte. Damit aber treibt diese Ansicht über sich selbst hinaus, denn sie wird nun noch ein Mal zu erklären haben, wie die ganze Mannigfaltigkeit der Körpertheile, die man immerhin als in sich selbst beseelt zu denken fortfahren mag, sich in eine Welt der Reize und der Organe für dieses individuelle Princip umgestalten kann, und auf welche Weise eine gegenseitige Wechselwirkung zwischen ihnen zu Stande kommt. Verfolgt man diesen Weg, so wird sich dann bald zeigen, daß nicht der Begriff der Seele, sondern der des Stoffes der eigentlich völlig unausdenkbare und ganz für unsere Erkenntniß undurchsichtige Begriff ist, so daß man vom Materialismus zu spiritualistischen Ansichten übergehend, eher den Leib aus geistigen Monaden erbauen wird, als daß man die Phänomene des Seelenlebens nur an der Combination von Massen haften ließe. Andererseits empfehlen sich jene materialistischen Ansichten für einen unbefangenen Sinn wenig dadurch, daß sie zwar an aller Materie die Fähigkeit des Vorstellens haften lassen, jedes ausgebildete Seelenleben aber, da es immer auf eine Verknüpfung wesentlich selbstständig bleibender Massentheilchen gegründet sein würde, nur als ein precäres Phänomen betrachten können, das nach der Auflösung jener Combination in das allgemeine dumpfe Weben der sinnenden Materie zurücksinkt. Man muß gestehen, daß Ansichten dieser Art, mehr oder weniger fein ausgebildet, in neuester Zeit immer mehr Anhänger finden; man kann ihnen jedoch nichts weiter entgegenhalten, als die Frage, wie sie die erwähnten Aufgaben der Erfahrung lösen wollen. So lange dazu keine Anstalt gemacht wird, ist es ganz fruchtlos, sie bekämpfen zu wollen, da sie auf einer Willkürlichkeit beruhen, die weder Beweis noch Gegenbeweis kennt. Leicht wären freilich alle Schwierigkeiten erledigt, wenn man sagen könnte, das Gehirn denke, fühle und strebe; allein wenn es auch gesagt wird, so richtet sich doch die Wirklichkeit nicht nach diesen capriciösen Paradoxien. Am wenigsten darf man glauben, daß solche Ansichten auf der Ueberzeugung von der Unmöglichkeit einer anderen Auskunft beruhen; wir haben hinlänglich bereits gezeigt, wie wenig der Begriff der Seele unter dieselbe Kategorie der Täuschungen gehört, in welche z. B. der der Lebenskraft zu verweisen sein würde; aber einer Tendenz, die angesteckt von einer an sich richtigen Ansicht, zu der Monomanie ausartet, mit einem und demselben Gedanken ohne Berücksichtigung wesentlich verschiedener Nebenumstände alles beherrschen zu wollen, wird dies wenig wahr-

scheinlich vorkommen. Irre ich mich nicht, so treibt zu diesen Ansichten nicht immer eine allerdings weit verbreitete Rohheit der Begriffe, sondern häufig auch ein falscher, bestechender Heroismus, der den Gipfel der Wissenschaft dann zu erreichen meint, wenn er destruirend wirkt gegen Alles, was der unbefangenen Betrachtung gewohnt und werthvoll ist; aber es wird auch gewiß eine Zeit wiederkommen, in der man erkennen wird, daß die Entfernung von dem, was die Uebereinstimmung unzähliger, durch theoretische Bedenken unbeirrter Gemüther geheiligt hat, am häufigsten auch eine Entfernung von der Wahrheit ist.

49. Man kann dem Materialismus völliges Unvermögen zur Erklärung eines Hauptpunktes vorwerfen; dies abgerechnet, ist er eine klare und einfache Ansicht. Nicht dasselbe können wir von der zweiten Betrachtungsweise sagen, welche das Gehirn nur als Organ der als selbstständig gedachten Seele gelten lassen will. In diesem Ausdruck, Organ, Werkzeug, verbergen sich unzählige Unklarheiten, und man kann der gewöhnlichen Ansicht höchstens das Lob lassen, eine Protestation eingelegt zu haben gegen eine vollständige Vermischung der Seele mit dem Körper, ohne daß sie doch beide auseinander zu halten und zu verknüpfen gewußt habe. Hört man von einem Organ des Denkens sprechen, so drängt sich sogleich die Frage auf, in wiefern wohl diese Thätigkeit überhaupt eines Organes bedürfe, oder welche bestimmten Dienste diese gegebene Masse des Gehirnes sammt den in ihr voraussetzbaren Kräften diesem Zwecke zu leisten im Stande sei? Hierauf vermisse ich in den gewöhnlich umlaufenden Ansichten eine Antwort, denn die ganz kopflosen Einfälle, die irgend eine Bewegung oder Veränderung im Gehirn sogleich Denken nennen, können wir natürlich nicht für eine solche gelten lassen. Aber noch weiter, nicht blos die bestimmte Art der Hülfsleistung der Organe ist ganz im Dunkeln gelassen, sondern auch die Beweise für die Existenz derselben überhaupt stehen auf sehr schwachen Füßen. Daß irgend eine Zerstörung des Gehirnes eine Geistesthätigkeit für unsere Beobachtung verschwinden läßt, kann im Allgemeinen nur für die oberflächlichste Betrachtung ein Beweis dafür zu sein scheinen, daß jene Thätigkeit direct von dem zerstörten Organe abhing. So groß ist jedenfalls und so mannigfaltig die Verkettung der einzelnen Körpertheile und der geistigen Verrichtungen, daß eine der letzteren aufhören kann, wenn ursprünglich nur ein sehr unbedeutendes Rad in dem ganzen Getriebe schadhaft wurde, dessen Effect aber durch den Zusammenhang mit andern wichtig wird. Ebenso möglich ist es, daß eine geistige Thätigkeit verschwindet, nicht weil ihr das Mittel ihrer Existenz, jenes Organ, entzogen ist, sondern weil ihrer Ausübung bei aller Integrität der ihr zunächst zugeordneten Organe doch von anderen ein Widerstand entgegengesetzt wird. Wie das Aufhören, so ist auch jede Steigerung einer Geistesthätigkeit in demselben Sinne mehrdeutig, und nur der feinsten und umfassendsten Beobachtung wird es hier gelingen, die Abwesenheit bewirkender Mittel von der Gegenwart hemmender, die Störung eines nächsten Organes von der eines nur indirect einwirkenden zu unterscheiden. Wir haben die ganze Gewalt dieser ungünstigen Umstände bei der Ausdeutung der Gehirnfunctionen eintreten sehen. Es schien als Grundsatz zu gelten, daß jedes Organ, durch dessen Reiz man Veränderungen in irgend einem Theile hervorbringen konnte, die Functionen dieses Theiles regulire; da gab es denn bald fast keinen Gehirntheil mehr, der nicht in der Blase und den Gedärmen Bewegungen hervorrief; ist deshalb nun das Gehirn nur ein Regulationsapparat für diese? Offenbar hatte man hier nur einen, und zwar vielleicht einen nicht sehr nahen Angriffspunkt dieser Theile neben anderen aufgefunden, und ebenso

wird man sich hüten müssen, Seelenfunctionen ohne weiteres als bewirkt von den Theilen zu betrachten, deren Veränderungen auf sie zurückwirken. Allein über die Führung der Untersuchungen in dieser Hinsicht läßt sich keine allgemeine Regel geben; wir kehren daher zu unserer obigen Frage zurück, deren Beantwortung einigermaßen diesen Mangel ersetzen wird. Und hier glaube ich, wird sich leicht zeigen lassen, daß diese gewöhnliche Lehre von den Seelenorganen ein völlig fruchtloser Mittelweg ist, welcher die augenscheinliche Nothwendigkeit des Gehirns für das Seelenleben und die Unabhängigkeit des letztern nicht zu vereinigen weiß. Zu der nothwendigen Voraussetzung eines Werkzeuges können wir nur getrieben werden, wenn sich nachweisen läßt, daß dasjenige, welches sich seiner bedienen soll, zu dem beabsichtigten Effect allein mit seinen eigenen Kräften nicht hinreicht; daß ferner das Mittel, das doch nur mit seiner immanenten Natur weiter wirken kann, jenen Effect hervorzubringen im Stande ist; daß endlich die Seele in diesem Falle selbst wieder die nöthigen Fähigkeiten besitze, um die Natur des Mittels so zu handhaben, daß aus dieser Form der Anwendung dieser, aus einer andern ein anderer Erfolg entstehe. Ich weiß wenigstens nicht, durch welchen dunklen Begriff man sich diesen drei Anforderungen entziehen will, die wir überall stellen müssen, wo von Werkzeugen die Rede ist, und die wir auch in der That alle befriedigt finden, wenn wir das Verhältniß der äußern Körperorgane, z. B. der Extremitäten zu den Intentionen der Seele ins Auge fassen. Macht man aber Ernst damit, ihnen auch in diesem Falle zu genügen, so wird sich Vieles ganz anders stellen, als man gemeinhin annimmt. Auf die erste Frage, ob die Seele überhaupt, um vorzustellen, um zu denken, zu urtheilen, zu schließen, der körperlichen Organe bedürfe, wird die in Rede stehende Ansicht nur so antworten können, daß zwar nicht die allgemeine Natur dieser geistigen Vorgänge aus einer Mitwirkung jener erklärt werden solle, daß aber jedes Vorstellen und Denken, sofern sein Inhalt aus der äußern Wahrnehmung aufgenommen wird, allerdings jene Mitwirkung bedürfe. Nur dazu nöthigen die Erfahrungen und nur dies gestatten sie. Daß wir eine Melodie in der Reihenfolge ihrer Töne hören, ist nicht durch eine bloße Thätigkeit unseres Vorstellens, sondern durch eine Anregung desselben möglich; damit wir überall zu einer Vorstellungswelt kommen, die sich der äußern Welt anschließt, müssen wir voraussetzen, daß mit gewissen Zuständen der körperlichen Massen, durch welche hindurch jene äußere Welt allein wirkt, bestimmte Thätigkeiten der Seele ein für allemal verbunden sind, und nie wird daher auch nur eine wahrhafte subjective Empfindung entstehen, der nicht dieselbe aus irgend einer Ursache entstandene Veränderung der Nervenmassen vorangegangen wäre. Die Nerven erscheinen aber hier nicht eigentlich als Organe, durch welche empfunden wird, sondern ihre Zustände sind nur die Bedingungen, die dem an sich unkörperlichen Empfinden einen Inhalt und zwar diesen bestimmten, geben. Dieser eine Punkt mithin ist gewiß. Mit ihm hängt zunächst ein zweiter ungewisser zusammen, dessen Inhalt aber doch nicht unmöglich ist. Die gewöhnlichen Beobachtungen nämlich zwingen uns ebenso wenig als irgend eine an sich begründete Theorie zu der Annahme, daß auch den Vorstellungen, sofern sie nicht mehr Wahrnehmungen, sondern Erinnerungen sind, eine Thätigkeit körperlicher Organe zum Grunde liege. Unsere Erfahrung läßt uns gar nichts davon sehen, keine anatomische oder physiologische Beobachtung unterstützt diese Meinung; an sich nothwendig ist sie ebenso wenig, denn es handelt sich hier nicht mehr darum, daß die Seele die Gestalt einer außer ihr befindlichen Reihe oder Combination von Objecten kennen lernen soll, was sie freilich nur durch Vermittelung körperlicher Eindrücke

gehabt hätte; sie soll vielmehr nur reproduciren, was sie wirklich in sich besitzt, und diese Mannigfaltigkeit der Vorstellungen hat ohne Zweifel in ihr eben so wohl Platz, als wenn sie sich etwa wie tausendfach sich durchkreuzende Schallfiguren den einzelnen Elementen des Gehirnes eingeprägt hätte. Es bleiben mithin, um diese Annahmen zu stützen, nur einige außergewöhnliche Fälle übrig, in denen der Zerstörung eines Gehirntheiles Mangel der Erinnerung überhaupt oder der an einzelne Kreise von Gedanken nachfolgt. Auf diese Fälle kommen wir später zurück, da wir ohnehin ja schon hier zuzugestehen bereit waren, daß diese so wenig begründete Ansicht dennoch nichts Unmögliches enthält. Man kann sich, wenn man will, die Seele allerdings dermaßen träge denken, daß sie nie aus ihrem unbewußten Dasein sich zum Bewußtsein emporarbeitet, außer wenn Bebungen des Körpers auch ihre Substanz erschüttern, und so möchte der Lauf der Associationen und Reproductionen der Vorstellungen jederzeit an der Hand einer abrollenden Kette körperlicher Veränderungen sich selbst entwickeln. Allein selbst wenn wir dies bereitwillig zugestehen wollten, so würde dennoch das Centralorgan auch in diesem Falle durch seine inneren Processe nur eine Reihe von Veranlassungen darbieten, welche dem an sich nicht durch sie erklärten Bewußtsein der Seele seine Richtung auf bestimmten Inhalt züweisen; und auch hier würde das Gehirn nicht sowohl als Organ erscheinen, durch welches die Seele denkt, sondern einem Steuerruder vergleichbar sein, das dem Schiffe, ohne es fortbewegen zu können, seinen Lauf bestimmt. Anderseits aber liegt in dieser Ansicht, wenn man sie consequent durchführen wollte, und dies vernichte, dasselbe Zugeständniß, welches der vollkommenste Materialismus verlangt, selbst wenn man will, ein Schlimmeres. Wer Geist und Materie amalgamiren möchte, hat dann wenigstens Grund zu behaupten, daß jener nicht ohne diese bestehen und leben kann, wer aber beide trennt, und dennoch jenen von dieser in solcher Weise gängeln läßt, construirt dadurch nur eine Maschine, und betrügt sich selbst durch die Hoffnung, durch ein Wunder des Glaubens diese Misgeburt des Wissens wieder zu beseelen.

50. Die zweite Frage ist in Bezug auf unsern jetzigen Gegenstand durch das Vorige eigentlich schon mitbeantwortet. Wie viele ungeahnte Kräfte in der Nervensubstanz noch verborgen liegen mögen, wissen wir freilich nicht; aber schwerlich werden sie diese besitzen, das Unmögliche möglich zu machen. Zu dem Unmöglichen gehört aber dies, daß irgend eine Veränderung eines Nervenelementes, bestehe sie, worin sie wolle, selbst in einer Vorstellung, die dieses Element in seinem Bewußtsein etwa hätte, der Seele die Fähigkeit des Wissens erst mittheile, wenn sie diese nicht von selbst schon besäße. Wie irgend eine Masse, wie selbst irgend eine von mir unterschiedene Seele mir als Werkzeug dienen könnte, vermittelst dessen ich des Vorstellens überhaupt erst fähig würde, läßt sich gar nicht begreifen; ob zwar sich sehr wohl begreifen läßt, wie diese vorhandene allgemeine Fähigkeit durch solche äußerliche Einflüsse ihre bestimmten Anwendungspunkte erhalten kann. Nur dann, wenn die Einheit der Seele uns gestattete, die Nervenelemente sogleich als die denkenden Theile selbst zu betrachten, könnten wir ihnen eine solche nähere Beziehung zu dem Charakteristischen dieser Function zutrauen; aber dann würden sie eben nicht Organe, sondern gleich Subjecte des Denkens sein. Um in einer an sich nicht schwierigen, aber oft misverstandenen Sache möglichst deutlich zu sein, erwähnen wir noch folgendes. Die meisten werden zwar zugeben, daß die eigenartige Nervensubstanz noch Kräfte enthalten kann, die uns unbekannt sind, aber sie werden von diesen Kräften nichts Außerordentliches erwarten; es ist eine schlechte Ausflucht theoretischer Untersuchungen, den geringsten dunklen

Fleck, den die Wissenschaft noch hat lassen müssen, zu occupiren und in ihn hinein die unwahrscheinlichsten Hoffnungen ganz ungeahnter Geheimnisse zu verlegen, in dem Gefühl der Sicherheit, daß man aus diesem Dunkel für den Augenblick wenigstens nicht vertrieben werden könne. Welches nun auch jene innere Beschaffenheit der Nervenelemente sein mag, die Wirkungen jedes einzelnen auf ein anderes werden gewiß für die Erwartung jedes Verständigen in den Kreis von Wirkungsformen mit eingeschlossen sein, der den Kräften der Natur überhaupt zukommt, und es wird sich daher nie begreifen lassen, wie diese physikalischen Massen für die Seele als Organe der idealen Vorgänge dienen sollen, aus denen ihr inneres Leben besteht. So wenig als aus dem Stocke zu begreifen ist, warum die damit berührte Saite tönt, während ein Wollsack stumm bleibt, so wenig ist aus den Veränderungen, die dem Centralorgane zustoßen können, zu begreifen, warum sie Vorstellungen erzeugen. Nur unter der Voraussetzung der Gegenwart eines Subjectes, in dessen Natur es liegt, auf äußere Anregungen Vorstellungen zu entwickeln, kann man einsehen, wie die Mannigfaltigkeit und Abwechselung dieser Hirnprocesse eine ähnliche Form in dem Ablauf der Gedanken zu Wege bringen kann. Die Summe also von dem allen ist dies: nothwendig ist die Annahme, daß jede erste Wahrnehmung eines Gegenstandes, jedes erste Vorstellen eines Inhaltes allerdings der Seele durch eine vorhergegangene Veränderung der Centralorgane abgenöthigt werde; weder nothwendig noch wahrscheinlich, aber nicht unmöglich die zweite, daß alles Bewußtsein und Bewußtwerden überhaupt ein erzwungener Seelenzustand sei, erzwungen durch die fortwährende Aufstachelung von Seiten der veränderlichen Nervenprocesse, ohne welche die Seele in einen unbewußten Zustand wieder übergehen würde; unmöglich die dritte, das Gehirn als ein Organ zu betrachten, dessen die Seele sich bediene, um sich zum Vorstellen überhaupt fähig zu machen; nur durch die Herbeischaffung des Materials, über welches das Denken stattfinden soll, kann überhaupt das Centralorgan den Zwecken des Denkens Vorschub leisten, aber die Nothwendigkeit des Zusammenhanges in einem logischen Schlusse, die einer ästhetischen oder moralischen Beurtheilung kann, wenn einmal die Kenntniß des Gegenstandes vorausgesetzt ist, durch irgend eine körperliche Mitwirkung nie gefördert werden. Hieraus ergiebt sich zugleich die Antwort auf unsere dritte obige Frage; es ist überhaupt hier gar kein Organ vorhanden, dessen die Seele sich bediente, sondern nur Bedingungen, von denen die Richtung ihrer Thätigkeit abhängt. Aus diesen Gründen habe ich bereits früher die Meinung ausgesprochen, daß es für alle höheren geistigen Thätigkeiten kein körperliches Organ gebe, daß vielmehr die Seele nur in denjenigen ihrer Verrichtungen und grade so weit an leibliche Mitwirkung gebunden sei, als sie Aeußeres in sich aufzunehmen, Inneres aus sich äußerlich zu gestalten hat. Die Misbilligung, die diese Ansicht von vielen Seiten erfahren hat, veranlaßte mich, diese Betrachtungen noch einmal aufzuführen, denn der Grund meiner Annahme war keineswegs nur der, daß ohne sie der Würde der Seele zu nahe getreten würde, sondern bestand hauptsächlich in der Ueberzeugung, daß, wenn es auch tausend zuvorkommende Seelenorgane gäbe, sie doch sämmtlich ganz ungeschickt sein würden, jene höheren Thätigkeiten der Seele zu begründen: sie könnten weder urtheilen noch schließen helfen, sie würden weder das Schöne noch das Gute schätzen lehren. Dennoch darf auch ich behaupten, daß der Einfluß derjenigen Organe, die ich allerdings annehmen zu müssen glaube, sehr bedeutend ist, und daß die Masse des Gehirnes nicht zu groß ist, um ihm allein gewidmet zu sein. Ich habe früher ein Sensorium und ein Motorium commune angenommen; eine dritte Organenclasse können wir vielleicht noch hinzufügen.

51. Sinneseindrücke und ihre Verbindungen sind das Material, über welches die Seele das Netz ihrer Vorstellungen hinzieht. Schon bei der ersten Wahrnehmung verlangt jeder einzelne Theil der geringsten Empfindung unvermischt mit andern bis zu den Centralorganen fortgeleitet zu werden, um überhaupt zum Bewußtsein zu kommen, eine Vorbedingung des bewußten Seelenlebens, über deren Bedeutung später zu sprechen sein wird. Aber jeder Theil verlangt zugleich in seinen bestimmten Verhältnissen zu den übrigen wahrgenommen zu werden; damit die Seele das, was an einem Körper rechts ist, auch in gleicher Lage und Nachbarschaft, das linke nach entgegengesetzter Richtung fortgehend vorstelle, damit sie den Widerstand, den der Körper dem Getast entgegenstellt, in denselben Raum versetze, welchen das Object der Gesichtsempfindung füllt, damit wir eine Localkenntniß unseres eigenen Körpers gewinnen, zu dem allen bedarf es, wie früher auseinandergesetzt wurde, mannigfaltiger Apparate, durch welche jedes einzelne Empfindungselement nach Maßgabe seiner Eintrittsstelle mit bestimmten Nebenumständen verkettet wird, aus denen später erst die Auslegung der allerdings vielfach mit helfenden Vorstellungsassociationen möglich wird. Man schätzt die Wichtigkeit dieser Aufgabe der Centralorgane zu gering; wenn sie auch klein ausfällt bei Gehör, Geruch und Geschmack, die keine Ortsbestimmung kennen, so ist sie desto verwickelter bei Gesicht- und Hautgefühl; noch übler aber thut man gewiß, wenn man bei diesen Processen die unbedingt nothwendige Mitwirkung körperlicher Organe durch nicht zureichende Associationen der Vorstellungen zu ersetzen sucht, um dafür den höheren geistigen Thätigkeiten den Ballast eines ihnen unnützen Organes anzuhängen. Denken wir uns nun die Aufgabe des Sensorium während der Wahrnehmung beendigt, wenn es der Seele diese geordnete Reihe von Anstößen überliefert hat, um sie in eine räumliche Welt wieder auseinanderzubreiten, so mag es eine nicht weniger wichtige im Verlaufe der Erinnerungen zu erfüllen haben. Der Lauf der Gedanken besteht nicht blos in dem Auf- und Absteigen der Vorstellungen, sondern in einer mannigfaltigen Unterordnung ihres Inhaltes unter metaphysische Begriffe, unter ästhetische und ethische Werthbestimmungen. Diese Gewohnheiten des Geistes betrachten wir als etwas, bei welchem direct keine körperliche Thätigkeit das Mindeste leisten könnte; jene Ideen bilden vielmehr das eigenthümlichste Besitzthum des Geistes, dessen Leben nur in der Bestrebung besteht, ihren Gesetzen das Material der Vorstellungswelt zu unterwerfen. Allein es ist ein großer Unterschied zwischen dem einfachen Besitze jener ursprünglichen Ideen und der Fähigkeit, ihnen das Passende unterzuordnen, und grade hierin, in der Zubereitung des Materials, über welches geurtheilt werden soll, werden auch die körperlichen Processe eine wesentliche Verrichtung zu erfüllen haben. Zwar glauben wir nicht, daß um ein logisches, ästhetisches oder moralisches Urtheil zu Stande zu bringen, eine Mitwirkung der Centralorgane um deswillen nöthig sei, um überhaupt den zu beurtheilenden Inhalt zum Bewußtsein zu bringen, wohl aber deswegen, weil ohne sie der Kreis von Gefühlen verschwinden würde, der fast in allem unsern selbst abstracten Denken eine wesentliche Mitbedingung für die Unterordnung eines Gegebenen unter höhere Gesichtspunkte ist. Ueberall, wo eine ästhetische oder moralische Werthbestimmung über einen Inhalt festgestellt werden soll, da soll nicht blos ein abstractes Bewußtsein die gleichgültige Kenntniß dieses Werthes in sich entwickeln, eine Aufgabe, die näher betrachtet in sich selbst widersprechend sein würde, sondern ein theilnehmendes Gefühl soll diese Bestimmung zugleich als in das eigene Ich eingreifende und für dieses bedeutungsvolle erfassen. In der That beurtheilen wir moralisch jede Handlung doppelt, einmal

theoretisch sie unsern allgemeinen Grundsätzen unterordnend, auf denen absoluter Werth für sich schon ruht, anderntheils aber auf die Gefühle lauschend, welche die Vorstellung der als geschehend gedachten Handlung in uns hervorruft, und die nicht selten ihren Ursprung aus körperlichen Quellen verrathen. Der Mangel der Bildung läßt dieser sinnlichen Beurtheilung die Oberhand, und während sie durch Lust und Abschen die an sich nicht durch sie bedingten moralischen Ueberzeugungen unterstützt, verfälscht sie ebenso oft den Thatbestand dessen, was zu beurtheilen war, und lehrt wilde, ihres sinnlichen Kraftgefühls frohe Völker die Martern ausüben und glorreich finden, deren Abscheulichkeit andere aus dem gleich schlechten Grunde der Feigheit eher entdeckt haben würden. Aesthetische Gefühle sind noch weniger, vielleicht nie von diesem leisen Nebenherspielen sinnlicher Gefühle zu trennen, und schwerlich läßt sich ein Kunstgenuß denken, der nur in einer rein geistigen Beurtheilung bestände, und nicht wie alle intellectuellen Gefühle und Stimmungen den größten Theil seines innerlichen Glückes der vollkommenen Euphorie verdankte, in welche der Anblick des Kunstwerkes theils unmittelbar, theils durch Erweckung zahlreicher Erinnerungen und sie begleitender Gefühle versetzte. Wenn nun schon diese nicht zunächst auf das individuelle Leben sich beziehenden Acte der Geistesthätigkeit, zwar nicht ihre volle Begründung, wohl aber ihre lebendige Eindringlichkeit solchen Gefühlen mit verdanken, so ist dies in höherem Maße bei allen Gedanken der Fall, die wirkliche Lebenserinnerungen enthalten, und die niemals von intellectuellen Gefühlen aller Arten und Grade entblößt sind. Zwar kann man die Gefühle der Freude und der Trauer sich auch aus einem Gewebe von Vorstellungen entstanden denken, die zunächst nicht durch körperliche Functionen gestützt werden; allein die Veranlassungen dieser Gefühle ruhen doch zuletzt in Erfahrungen des Lebens, die nicht ihrem bloßen theoretischen Inhalte nach, sondern durch ihr Verhältniß zu einer bestimmten Lage grade dieses empfindenden Individuums als Quellen von Gefühlen überhaupt gelten können. Es scheint daher nicht hinzureichen, daß die Vorstellung dieser Veranlassungen allein producirt werde, sondern um ein Gefühl zu erwecken, müssen sie in der Art auch in die körperlichen Thätigkeiten mit eingreifen, daß auch jene körperlichen Rückwirkungen wieder, obwohl in niederem Grade, erregt werden, die früher im Augenblicke des wirklichen Leidens oder Genusses stattfanden. Eine solche Begleitung der Vorstellungen durch Gefühle findet übrigens auch bei dem abstractesten Denken statt. Eine beliebige Menge einzelner Elemente, die in irgend einer Art zusammengefaßt werden sollen, werden wir uns immer zunächst in einen Raum einordnen, um ihre gegenseitigen Verhältnisse mit eben der Ruhe überblicken zu können, mit welcher der Gesichtssinn seine Objecte betrachtet. Jede Operation einer Verknüpfung dieses Inhaltes selbst werden wir uns immer symbolisch durch eine räumliche Bewegung vergegenwärtigen, und selbst wenn wir die ärmlichste Rechnung vollziehen, können wir uns das hier befolgte Zusammenfassen des Einzelnen unter die Regel einer Verbindung nicht zum Bewußtsein bringen, ohne daß das Zusammenziehen der in einem eingebildeten Raume zerstreuten Elemente uns eine Reihe von Bewegungsgefühlen, Gefühlen der Kraft und des Widerstandes zubrächte. Irgend eine wissenschaftliche Gedankenkette geht nicht abstract durch unsern Kopf, ohne eine Erinnerung an uns selbst zu erregen, oder mit dem Bilde unseres eigenen Ich vollkommen zu verschmelzen; wer sich selbst beobachtet, wird leicht finden, daß auch hier die einzelnen Glieder der Kette eine gewisse gegenständliche Anschaulichkeit für uns erhalten, und daß wir unter ihnen hin und her gehen, nicht ohne ein Gefühl der Leichtigkeit oder der Hemmung, der Freiheit oder Ungelenkigkeit unserer

Bewegungen. Und so begleitet überhaupt, was hier zu zeigen unmöglich ist, auch unsere abstractesten Begriffe und Gedankenzüge eine fortwährende Symbolisirung, in welcher wir die Bedeutung derselben durch sinnliche Gefühle uns so zu eigen machen, daß ihre Ausführung nicht mehr als eine That des reinen Denkens in uns, sondern als eine des vollen, individuellen und concreten Ich erscheint. Beobachtungen dieser Art sind leichter zu machen, als zu beschreiben; wir beschränken uns daher hierauf, und erwähnen nur, daß wir grade in dieser Umwandlung rein geistiger Thätigkeiten in solche, welche nicht blos den abstracten Geist, sondern die concrete Gesammtheit des Individuums erregen, einen Wahrscheinlichkeitsgrund für die Annahme finden, daß auch während der Erinnerung die Vorstellungen fortwährend von einem schwächeren Nervenproceß begleitet werden, dem ähnlich, den sie bei ihrer ersten äußerlichen Wahrnehmung erzeugt haben würden. Aber wir müssen hinzufügen, daß diese Wahrscheinlichkeit weit entfernt von der Gewißheit ist, und daß selbst die letztere angenommen, doch nicht die Vorstellung durch die Nervenprocesse, sondern umgekehrt diese von jener zuerst ihre Anregung erhalten. Auch meinen wir, wie gesagt, gar nicht sowohl, daß etwa die Vorstellung des Rothen den Zustand des Opticus oder des optischen Centralorganes reproducire, durch den die Empfindung des Rothen entstehen würde (obwohl auch dies nicht unmöglich ist); vielmehr erweckt die Vorstellung die Nervenwirkungen, die auch sonst ihre Consequenzen waren. Und grade in diesem Sinne würde sich das Sensorium als ein Organ der höheren geistigen Thätigkeiten beweisen, als ein Werkzeug nämlich, dessen jene sich bedienen, um ihren Vorstellungen einen höhern Grad der Klarheit und des Interesses zu geben. Wir sehen daher auch, wie sehr die Leichtigkeit der Auffassung und des Nachdenkens durch körperliche Leiden gemindert werden kann; überall wo es, wie z. B. bei mathematischen Untersuchungen, auf eine Combination verschiedenartiger Elemente und Festhaltung verwickelter Relationen ankommt, da kann eine leichte katarrhalische Affection die Thätigkeit der Nervenmassen so umändern, daß jene nachbildende, schematisirende Einbildungskraft ihre Dienste versagt, und die Ausführung einer Rechnung beschwerlich wird, obwohl keine der Regeln, nach denen sie geschehen muß, dem Verstande entfallen ist. Wir haben hier nur eine Trägheit in den Verrichtungen derjenigen Organe anzuklagen, die dem Flusse der Vorstellungen anschauliche Bilder räumlicher Gestalten oder Bewegungen unterlegen sollten, um die aus dem Innern des Geistes heraus sich gestaltende Production gewissermaßen äußerlich zu fixiren, und so dem Denken von Zeit zu Zeit feststehende Ruhepunkte, von denen aus es weiter schreiten kann, zu gestatten. In der That finden wir, daß die einfachen logischen Grundsätze, die ästhetischen und moralischen Beurtheilungsgründe nie Jemandem abhanden kommen, sondern daß nur die Anwendung, die ihnen das Mannigfaltige der Vorstellungswelt unterwirft, bis zu den äußersten Graden des Wahnsinnes verdorben werden kann. Geschieht nun selbst im abstracten Denken jene Bezwingung des Inhaltes nur vermittelst jener Symbolik durch Anschauungen des Raumes und der Bewegung, geschieht ferner ästhetische und moralische Beurtheilung nicht nicht ohne den mitbestimmenden Einfluß sinnlicher Gefühle, so ist hier dem Einflusse der körperlichen Organe ein weites Feld geöffnet, und man bedarf der Annahme nicht, daß außer der wirklichen Anwendung auch noch die ganze Möglichkeit der höheren Geistesfunctionen auf ihnen beruhe.

52. Daß der Zusammenstimmung der körperlichen Bewegungen ein großer Theil der Gehirnmasse gewidmet sei, läßt sich nicht nur vorhersehen, sondern ist einer der Punkte, die auch empirische Beobachtungen sehr wahrschein-

lich machen. Wir haben hierüber nur wenige Bemerkungen hinzuzufügen. Zuerst wird aus allem Vorigen hervorgegangen sein und kann augenblicklich durch Beobachtungen an vielen neugebornen Thieren bestätigt werden, daß der gewöhnliche Gebrauch der Glieder, der überall in gruppenweis combinirten Bewegungen der Muskeln besteht, kein Product der allmälig wachsenden Erfahrung und der Vorstellungsassociationen ist, sondern durch diese nur einer Verfeinerung fähig, ursprünglich auf einem vielfältig verschlungenen Mechanismus beruht. Wollen wir das verbrauchte Gleichniß von der Claviatur eines Instrumentes anwenden, so liegen der Seele nicht die Enden isolirter Nervenfasern als Tasten vor, auf denen sie zu spielen hätte, sondern wir können mit Grund vermuthen, daß viele Primitivfasern nicht blos in eine, sondern wechselnd selbst in mehrere untergeordnete Gruppen verflochten sind, zu deren jeder nur ein Verbindungsweg weiter nothwendig sein würde. Bewegungen aber sollen auf verschiedene Weise angeregt werden; einmal als Rückwirkungen von Zuständen, deren Eintreten ins Bewußtsein nicht nothwendig, sondern nur zufällig ist, und in diese Klasse der Reflexbewegungen im weitesten Sinne gehören alle diejenigen, welche zum Schutze des Körpers gegen schädliche Einflüsse verwendbar sind; sie bilden die einfachste Klasse; aber auch ihre Mittelpunkte, d. h. die Punkte, an denen der aufregende Reiz den Anstoß zur Rückwirkung auslöst, werden großentheils in den Centralorganen zu suchen sein. Eine andere Klasse umfaßt die Bewegungen, als deren ausgebildetstes Beispiel die mimischen gelten können, d. h. diejenigen, die von einem intellectuellen Zustande erregt werden, ohne daß eine Vorstellung von ihnen, als von einem beabsichtigten Erfolge, vorhergegangen wäre. Analysiren wir z. B. das Lachen bei der Wahrnehmung eines komischen Vorfalles. Es mögen hier die Centralorgane der sinnlichen Auffassung in ihren einzelnen Theilen noch so mannigfaltige verschiedene Nervenprocesse erleiden, so kann doch offenbar nicht in ihnen und ihren gegenseitigen Verhältnissen der Grund des Lächerlichen liegen, so wie etwa der Grund des Misbehagens an einer Dissonanz in den sich störenden Processen im Acusticus liegt. Denn das Komische beruht nicht auf constanten wahrnehmbaren Formen und Verhältnissen, sondern auf der verstandenen Bedeutung des Wahrgenommenen. Insofern wird mithin das ästhetische Urtheil, welches der wahrnehmende Geist fällt, ihm durchaus allein angehören und nicht durch die Processe in den körperlichen Organen motivirt sein können. Man kann nun hier annehmen, daß mit diesem bestimmten wie auch immer erregten Gemüthszustande die unwillkürliche Bewegung des Lachens direct verbunden sei; man kann aber auch im Gegentheil voraussetzen, daß diese Rückwirkung erst dadurch entstehe, daß von dem Gemüthszustande aus sich eine Affection des Sensorium ausbilde, die nun erst nach Art der Reflexbewegungen die Erschütterung des Lachens nach sich zieht. Hier, wie fast überall, bleibt mithin zwar die beständige Mitwirkung der Centralorgane eine sehr wohl mögliche, aber durchaus unerweisbare Hypothese. Denn selbst wenn sich z. B. nachweisen ließe, daß das sogenannte krampfhafte Lachen in manchen Krankheiten mehr als eine Verzerrung der zum Lachen dienenden Gesichtsmuskeln wäre, würde sich doch diese Anregung desselben ohne Vorausgehen jenes Gemüthszustandes nur den Beispielen von Functionsäußerungen anschließen, die so oft in Nerven von unregelmäßig intercurrirenden Reizen entstehen; aber es wäre nicht nöthig, dem ganzen Processe selbst in jener vorausgesetzten Affection des körperlichen Sensorium eine größere Breite der Angriffspunkte zu geben. Die dritte Klasse der Bewegungen enthält die, denen die Vorstellung ihres Effectes vorangeht. Unter ihnen erwähnen wir besonders das Sprechen. Es zeigt sich bei ihm sehr

deutlich jene früher erwähnte Neigung, allen Inhalt des reinen Gedankens in Vorstellungen von sinnlicher Art sich zu objectiviren; die Schnelligkeit, mit der wir unsere Gedanken vollkommen klar zu entwickeln im Stande sind, ist nicht größer als die, mit der wir in der Erinnerung den Klang der ihnen entsprechenden Wortreihe successiv zu reproduciren vermögen, und die Geschwindigkeit dieses inneren Hörens ist selbst nicht größer als die, mit welcher unser Sprachorgan dieselben Laute wirklich produciren könnte. Dieses Verhältniß scheint auf eine Mitwirkung körperlicher Organe hinzudeuten. Die Verknüpfung einer Vorstellung mit dem bezeichnenden Worte ist, da es viele Sprachen giebt, natürlich Gewinn der Erfahrung und Association; über das Aussprechen des Wortes aber lassen sich verschiedene Ansichten fassen. Man kann zuerst jeden einzelnen Laut als bloße Vorstellung betrachten, die ohne weitere Vermittelung eine bestimmte Lage der Stimmorgane hervorbringt; so daß die Abwechselungen dieser Lagen sich parallel mit dem durch Associationen geregelten Ablauf der Lautvorstellungen entwickelten. Man kann zweitens meinen, daß die Vorstellung des Gegenstandes zunächst das Centralorgan des Gehörsinnes zu der Production eines Lautbildes anrege, von dem aus erst später der Mechanismus der Stimmmuskeln in Bewegung gesetzt wird. Man kann endlich drittens bemerken, daß wir zwar Vorstellungen von Farben, zu deren wirklicher Erzeugung unser Nervensystem kein Mittel hat, in der Erinnerung produciren, ohne uns dabei eigener Thätigkeit bewußt zu sein, daß wir aber nicht ebenso passiv eine Vorstellung von einem Laute in uns finden, wir stellen vielmehr jederzeit uns zugleich die Thätigkeit unseres Stimmorganes vor, und reproduciren die Lautvorstellungen gewissermaßen durch eine Reihe intendirter, nicht zum Vollzug kommender Bewegungen desselben. Deswegen gelingt es uns zwar gut, die feinsten Nüancen des Lautes, nicht aber Vorstellungen eines Schalles mit gleicher Deutlichkeit zu bilden, der über die Leistungsfähigkeit unseres Stimmorganes hinausgeht; so wie es uns auch immer unmöglich fällt, in Gedanken eine Musik in einem Tempo vorzustellen, in welchem unsere Stimme sie nicht ausführen könnte, während das Gehör doch der durch die Instrumente wirklich executirten Musik recht wohl folgen kann. Ich glaube, daß man die Richtigkeit dieser Bemerkungen nicht leugnen kann, obwohl schwer zu sagen ist, was daraus zu folgern sein wird. Eben indem wir uns bemühen, lebhaft uns an einen Schall zu erinnern, den unser Stimmorgan nicht produciren kann, müssen wir, wie es scheint, eine Vorstellung desselben schon besitzen; aber sie, sowie alle übrigen, wird nur in dem Grade klar und deutlich, als eine Affection in dem Centralorgane des Gehörsinnes reproducirt wird; diese nun scheint nicht leicht für sich selbst erweckbar zu sein, sondern erst zum Vorschein zu kommen, indem die Gefühle intendirter Bewegungen des Stimmorganes sie verstärken. Bei dem wirklichen Sprechen wird der producirte Laut selbst diese Rolle übernehmen; bei der stummen Erinnerung an Laute dagegen wird erst durch diesen Kreislauf gegenseitiger Anregungen die vollkommene Deutlichkeit der Lautvorstellungen erreicht werden. Würde dieser Zusammenhang der Processe krankhaft verändert, so daß, wie in einem neulich aus England erzählten Beispiele, das Vermögen, die Sprachorgane zum Aussprechen eines bestimmten Lautes zu disponiren, verloren ginge, so würden wir auch die Klarheit der Vorstellung von diesem Laute bestreiten müssen. Die Krankheitsfälle dieser Art sind so wenig bekannt, daß wir aus ihnen noch keine Schlüsse ziehen können. Wahrscheinlich aber kommt es uns vor, daß für diese gegenseitige Accommodation der Vorstellung und der Bewegung die fortwährende Mitwirkung eines sensiblen Centralorganes eine wesentliche Bedingung enthalte. — Zu dieser dritten

Klasse der Bewegungen gehört nun noch die große Menge derer, denen nicht immer eine ebenso detaillirte Vorstellung ihrer nächsten Effecte, sondern nur ein Bewußtsein ihres letzten Zieles vorhergeht, und bei denen wir deshalb um so mehr ein fein organisirtes Centralorgan voraussetzen müssen, auf welches die kleinsten Modificationen des Bewußtseins in entsprechender Weise einwirken. Diesen Betrachtungen über die motorischen Fähigkeiten mag nun noch eine problematische Annahme hinzugefügt werden. Daß geistige Stimmungen, die keineswegs aus sinnlichen Ursachen hervorgegangen sind, indirect einen großen Einfluß auf die vegetativen Verrichtungen äußern, ist bekannt. Theils indem sie Bewegungen veranlassen, theils indem sie Trieb und Interesse für solche schmälern, verändern sie jene, bald durch die Bewegung und Ruhe selbst, bald durch die sympathischen Effecte, welche diese in den dem Willen nicht unterthänigen Nervengebieten hervorbringen. Man könnte jedoch noch an einen directeren Einfluß des Geistes denken und einen Theil des Centralorganes, der ihm diente. Die Gestalt des Körpers ist nicht allein bestimmt, als Mittel zu zufälligen Zwecken des Individuums zu dienen, sondern wie sie in ihrer allgemeinen Bildung die ästhetische Bedeutung des menschlichen Lebens ausdrückt, so könnte der specifische Charakter und die herrschende Stimmung jedes individuellen Geistes auch Wege finden, direct auf die Gestaltung des Körpers einzuwirken, und das, was die mimischen Bewegungen für einen vergänglichen Zustand leisten, durch eine langsamere, nachhaltigere Formveränderung für einen beständigeren versuchen. Die Annahme einer Seele als Baumeisterin des Körpers ist zwar eine ebenso unmögliche als fruchtlose, nicht ebenso verhält es sich aber mit der anderen, daß unter all den Substanzen, aus deren festgesetzten Gegenwirkungen die Gestalt des lebendigen Körpers entsteht und unterhalten wird, auch die Seele mitzähle. Aus einer willkürlich und zweckmäßig schaltenden Macht würde sie dann freilich zu einer mechanisch-bedingten und bedingenden Substanz geworden sein, eine Rolle, welche sie ohnehin dem sensiblen und dem motorischen Nervensysteme gegenüber spielt. In wie weit nun bei den Menschen diese Gewalt der Seele über die Vegetation anzunehmen möglich sei, lassen wir dahingestellt, und wollen am wenigsten unsere Meinung durch Berufung auf die scheinbaren Thatsachen etwa des Versehens der Schwangern u. s. f. stützen, obwohl nur ein thörichtes Zutrauen zu durchaus nicht unfehlbaren Theorien die Unmöglichkeit dieser Erscheinung aussprechen konnte, deren Unwirklichkeit höchstens wir empirisch kennen lernen können. In dem Thierreich, wo überhaupt die Gestalt des Nervensystemes so sehr von der des menschlichen abweicht, sind dagegen solche Verhältnisse viel bedeutender zu erwarten. Den höheren Geschöpfen, in denen die Thätigkeit der Seele zu besserer Ausbildung gelangt ist, wird die Kenntniß der vegetativen Vorgänge, auf denen ihre Existenz beruht, durch die Verschwiegenheit des Sympathicus entzogen und eben dadurch dem Seelenleben die Möglichkeit verschafft, seine Kraft auf die Wahrnehmung der Außenwelt und höhere Interessen zu richten; bei vielen der niederen Thiere dagegen füllen Umwandlungen der Gestalt, große Veränderungen des Stoffwechsels, Handlungen, die nicht ohne Kenntniß der materiellen Veränderungen des Aeußeren unternommen werden können, die ganze Aufgabe des Lebens aus, und eine Menge ihrer Instincthandlungen wird sich nur unter der Voraussetzung denken lassen, daß für sie ein großer Theil der vegetativen Verrichtungen Gegenstand des Bewußtseins wird, so wie daß die Zustände der Seele in ausgedehnterer Weise als bei uns, auf die Gestaltbildung und den Stoffwechsel zurückwirken.

53. Außer diesen angeführten Aufgaben, und solchen, die sich ihnen un-

mittelbar anschließen, sehen wir nichts, was durch die Centralorgane für die Seele geleistet werden könnte, und so wird sich hieraus auch leicht ergeben, wie wir über die Bemühungen der Phrenologie zu urtheilen haben. Es war ein wesentlicher Vorzug der ursprünglichen Gallischen Lehre, daß sie den höhern Geistesthätigkeiten kein besonderes Organ zuschrieb, sondern nur diejenigen Thätigkeiten, in denen die Seele Aeußerliches verinnerlicht oder Inneres zur Aeußerung bringt, an bestimmte Centralorgane zu fesseln suchte. Man begeht in diesen phrenologischen Erklärungen gewöhnlich mehrere Fehler. Man betrachtet zuerst fast jede Thätigkeitsäußerung der Seele isolirt für sich und weist ihr irgend ein Organ zu; verwechselt mithin leicht solche Functionen, die in der That ganz direct von Nervenprocessen abhängen, mit andern, die nur sehr indirect durch dergleichen Processe begünstigt oder gehemmt werden, in der That aber nur in ihrer Anwendung, in dem Reichthum der Gelegenheiten zur Ausübung von ihnen abhängen. Die Classificationen der Seelenvermögen, wie sie noch immer von der Phrenologie vorgebracht werden, bilden zu häufig ein chaotisches Aggregat, in dem alles coordinirt erscheint, was auf die mannichfaltigste Weise subordinirt, selbst entgegengesetzt ist. Anstatt so specielle Vermögen anzunehmen, und die ganze Ausbildung eines Charakters, so wie sie in einem Augenblicke vorliegt, als fixirt in einer Bildung der Centralorgane anzusehen, würde man in dieser nur wenige einfachere Prädispositionen der Art voraussetzen dürfen, wie wir sie geschildert, und aus der Combination dieser mit den einwirkenden Umständen des Bildungsganges dieses Ergebniß eines entwickelten Charakters zu erklären suchen. Auch wir können annehmen, daß jene Talente, die nur in der Verknüpfung von Sinneselementen sich äußern, an angeborenen Dispositionen der Centralorgane haften. Daß der Sinn für Musik, Malerei, selbst für die Uebersicht und Anordnung mathematischer Größen und Formeln, die Leichtigkeit des Ortsgedächtnisses ebenso, wie anderseits die Stimmungen des Geistes überhaupt, die Größe einzelner sinnlicher Triebe, die Lebhaftigkeit und Zartheit der Empfindungen und die Gelenkigkeit, selbst der Trieb zu einzelnen Bewegungen an körperlichen Dispositionen hafte, wird Niemand bezweifeln, und gerade dies ist der Kreis von Thätigkeiten, den nicht nur unsere Annahme von ihnen abhängig macht, sondern in welchem uns auch die Erfahrung die häufigsten und deutlichsten Beispiele erblicher Fortpflanzung der Geistesrichtungen zeigt. Einzelne Volksstämme, die sich lange unvermischt erhalten, pflegen in diesem Kreise auch einen nationalen Typus zu bewahren, und es ist die Frage, ob nicht ohne die fortwährende Kreuzung der Racen, die in den Mischlingsvölkern gewöhnlich die kräftigsten Fermente neuer Bildung erzeugt, das menschliche Geschlecht in eine Reihe von Varietäten zerfallen würde, deren jede wie die einzelnen Thierklassen, wenn auch begreiflich nicht in dem Maße, sich durch angeborene Instincte auszuzeichnen scheinen würde. Die weiteren Nachwirkungen, welche solche Anlagen für das ganze geistige Leben hervorbringen müssen, sind nicht gering; denn obwohl wir dieselben allgemeinen höhern Geistesthätigkeiten überall voraussetzen müssen, so geht doch aus jenen eine so bestimmte Steigerung und Schmälerung des Interesses für einzelne Gebiete der Handlungen hervor, daß dadurch allein schon bei der Beobachtung so ungebildeter Gemüther es schwer wird, dieselben höheren Functionen überall wiederzufinden. Bei anderen Richtungen der geistigen Thätigkeit täuscht man sich offenbar, wenn man eine besondere Anlage für sie nöthig meint. Der Sinn für Sprachen, für Philosophie, für Geschichte wird jedenfalls auf einem Zusammenfluß mehrerer geistiger Bedingungen beruhen, theils einer vorwiegenden Fähigkeit zur sinnlichen Vor-

stellung und Gestaltung nach einer besondern Richtung hin, theils einer eigenthümlichen allgemeinen Stimmung des Geistes, die ohne neue Fähigkeiten zu geben, die überall vorkommenden vielmehr zusammenhält und einem bestimmten Ziele zulenkt. Nächst diesen Irrungen nun über den Zusammenhang der Geistesfunctionen selbst, überläßt man sich noch in der Phrenologie und Kranioskopie einer zweiten Klasse ganz unmotivirter Gedanken. Man stellt gewöhnlich eine viel zu geringe Anzahl möglicher Hypothesen auf und beschränkt die Erfahrung gewaltsam auf eine einzige Richtung, als könne nur in ihr die Wahrheit liegen. Gewiß ist unter allen Theilen des Körpers das Gehirn dasjenige, in dessen Functionen die geistigen Thätigkeiten den nächsten Anhalt haben; aber viele Zustände des Gemüthes, namentlich jene allgemeinen Stimmungen, deren Einfluß größer ist, als zugestanden, können ebensowohl auf der Eigenthümlichkeit des Einflusses beruhen, den die chemische Natur des Blutes z. B. auf die Centralorgane fortwährend ausübt, oder auf den Anregungen sensibler Nerven, die von irgend einem vorzugsweise reizbaren Theile ausgehen. Beschränkt man sich aber auf das Gehirn, so ist es hier wieder eine ganz ungegründete Annahme, daß die verschiedenen sogenannten Vermögen der Seele jedes in einer besondern Gegend desselben seinen Sitz haben solle, eine Hypothese, welche die unendlich mannichfaltige Verbindung der verschiedenen Vermögen, die fast in jedem Acte des Seelenlebens vorkommt, ganz bei Seite läßt. Hier hätte auch die zweite Annahme eine Berücksichtigung verdient, daß die verschiedenen Thätigkeiten der Seele an verschiedenen Faserbündeln oder Primitivfasern haften, die durch höchst mannichfache Verschlingungen an vielen Punkten verbunden, durch Verschiedenheit ihrer Lagerungsverhältnisse zu den verschiedenen letzten Gestalten der Seelenthätigkeit beitragen. Außer der Analogie dieser Annahme mit den sensiblen und motorischen Nerven böte sie noch den Vortheil, daß durch diese Anordnung die Vorstellung, das Gefühl, der Wille, überall geregelte Uebergänge in einander finden können. Allein auch diese Ansicht ist willkürlich; ebenso wie die verschiedenen Farben ihren Grund in verschiedenen Bewegungen desselben Aethers haben, so könnten sich auch die Seelenthätigkeiten nicht nach dem Organe, sondern nach den Processen unterscheiden, die in den gleichgebauten Nervenfasern überall vorgehen können, eine Ansicht, deren Princip höchst einfach und doch der mannichfaltigsten Ausbildung fähig sein würde. Die theoretischen Grundlagen der Kranioskopie, abgesehen noch ganz von den bekannten Einwürfen wegen der Structur der äußeren Bedeckungen, sind mithin sehr schwankend; welche von diesen Hypothesen mehr Wahrscheinlichkeit habe, müßten wir von den Erfahrungen erwarten. Da aber wäre es zu wünschen, daß man einstweilen sich auf Constatirung der augenfälligsten und unverkennbarsten Facta beschränkte, anstatt sich mit einer neugebornen Wissenschaft auf Feinheiten einzulassen, die in diesem Gebiete am wenigsten controlirt werden können.

54. Wir haben bisher die Bedürfnisse körperlicher Mitwirkung kennen gelernt, welche die Seele überhaupt haben kann; es fragt sich noch, auf welchem Wege sie befriedigt werden, und zwar in der doppelten Rücksicht, daß wir zuerst die muthmaßliche Einrichtung und Structur der Centralorgane überlegen, dann aber die allgemeine Möglichkeit der Einwirkung zwischen Seele und Gehirn. Was das erste betrifft, so müssen wir gestehen, daß wir darüber nicht nur außerordentlich wenig wissen, sondern daß man sich auch selten darüber klar ist, welche Erwartungen man sich eigentlich bilden soll. Die Erfahrungen stellen die Thatsache fest, daß wenigstens bei höheren Thieren jede be-

wußte Empfindung, jede willkürliche Bewegung, überhaupt jede Aeußerung des Seelenlebens an die Integrität des Centralorganes geknüpft ist, so daß äußere Reize erst dann, wenn sie mit ihren Nachwirkungen dieses erreichen, eine Empfindung hervorrufen, Bewegungen der Willkür aber ihren Impuls von demselben erhalten. Diese Thatsachen haben zunächst dazu geführt, der Seele einen bestimmten Wohnsitz in dem Gehirne anzuweisen, und die Erfahrungen, daß nach stückweiser Ablösung anderer Glieder das Seelenleben keine Abnahme erleidet, bestätigen die Meinung, daß die Seele in dem Gehirne in eminenterem Sinne wohne, als im übrigen Körper. An und für sich nun hat diese Ansicht auf diesem Standpunkte wenigstens keine theoretischen Schwierigkeiten gegen sich, denn wie sehr wir auch jedes Prädicat räumlicher Ausdehnung von der Seele leugnen mögen, einen bestimmten Ort können wir auch dem anweisen, das keinen Raum erfüllt; einen punctuellen Ort allerdings, der nur die Stelle im Raume bezeichnet, bis zu welchem Einwirkungen dringen müssen, um es zu erreichen, und von welchem aus die Rückwirkungen desselben in die räumliche Welt ausstrahlen. Man würde dann Recht haben, den Ort, an welchem die sensiblen und motorischen Centralfasern sich zusammenfinden, in diesem Sinne für das Centrum aller Wirkungen anzusehen, und die Existenz eines Centralorganes wäre aus dem doppelten Grunde nothwendig, weil einerseits vielleicht nur in räumlicher Berührung die Wechselwirkung zwischen Seele und Körper stattfinden könnte, und weil außerdem nicht das Rohproduct der einzelnen zerstreuten Nervenprocesse, sondern geordnete Combinationen derselben der Seele als leibliche Anregung überliefert werden sollen. So würde mithin eine solche Ansicht ein sehr leicht anschauliches Bild ergeben, und wir könnten es den vervollkommneten Beobachtungen überlassen, den Ort zu bestimmen, der in diesem Sinne Sitz der Seele sein könnte, und der ebenso wohl fest, als in gewissen Grenzen veränderlich sein könnte. Es läßt sich nun zwar über die feinere Structur der Centralorgane nichts Gewisses sagen, aber so weit wir sie jetzt kennen, ist es gar nicht sehr wahrscheinlich, daß eine solche Zusammenkunft aller erregenden und erregbaren Nervenwurzeln an derselben Stelle stattfinde. Auch die gewöhnliche Nervenphysiologie sucht hier zwei widersprechende Wünsche zu vereinigen; einmal soll jede Nervenfaser ihren Eindruck isolirt zum Gehirne fortpflanzen und dort sich in einer Art Claviatur einreihen, die der Seele vorliegt; anderseits soll doch das Centralorgan eben centralisiren, mithin müßte es eine Verschmelzung der Eindrücke unter einander geben. Ist die Seele genöthigt, sich im Gehirn von einem Nervenende zum andern auch nur um den tausendsten Theil einer Linie zu bewegen, so war diese Versammlung gesonderter Fasern sehr unnöthig, so wie das ganze Nervensystem; nach demselben Princip mit etwas größerer Anstrengung lernte die Seele auch an jeden gereizten Ort hineilen und dort empfinden; denn wollte man hier sagen, daß ohne zuleitendes System sie nicht wissen könne, wohin sie eilen solle, so weiß sie eben so wenig, zu welchem centralen Faserende sie sich wenden soll, wenn es nicht noch ein zweites zuleitendes System zwischen diesen Enden und ihr giebt, das sich zuletzt in einen untheilbaren Punkt vereinigte. Wäre dies aber der Fall, daß zuletzt alle Anstöße sich in einem einzigen Nervenelemente versammelten, so würden sie sich hier entweder stören oder nicht; im letztern Falle begriffe man die Nothwendigkeit der feinen Organisation des Nervensystemes nicht; eine einfache continuirliche Flüssigkeit wäre für solche Impulse, wie für die Schall- oder Lichtwellen, ein ebenso guter Leiter gewesen, und man sieht nicht, warum jeder Eindruck durch einen besondern isolirten Kanal bis zur allgemeinen

Sammlungsstelle hätte geleitet werden müssen. Endlich ist die Annahme, daß nur bei räumlicher Berührung die Nervenelemente auf die Seele, diese auf jene wirken könne, keine, deren Nothwendigkeit sich von selbst versteht, und wir können den philosophischen Ansichten nicht beistimmen, welche jede Causalität nur in räumlichem Contact für möglich halten. Dies vorausgesetzt, wird die Bedeutung der Centralorgane etwas anders aufgefaßt werden müssen. Daß alle Reize erst nach Erreichung des Gehirnes Empfindung erwecken, ist für uns nur eine vorgefundene Thatsache; dagegen ist nicht an sich begreiflich, warum die Seele dann besser soll percipiren können als vorher; wir müssen vielmehr anerkennen, daß wir hier eine factische Bedingung vor uns sehen, von der wir nicht sagen können, auf welchem Wege sie ihr Bedingtes bedingt. Dagegen können wir leichter die Zweckmäßigkeit und Vernünftigkeit dieses causal nicht weiter zu erklärenden Verhältnisses begreifen. Wir haben hinlänglich gesehen, daß die Seele allein nicht zu Stande kommen würde, wenn sie eine Menge zerstreuter einzelner Empfindungen zu dem anschaulichen Gesammtbilde einer äußern Welt vereinigen sollte, der ganze Kreis ihrer Gefühle, sofern sie irgend eine empirische Anregung voraussetzen, ist nur möglich, wenn die verschiedenen sich störenden oder begünstigenden Processe noch auf physikalischem Grund und Boden sich an einander messen können; die Leichtigkeit aller Bewegungen wird nur dadurch erzielt, daß schlagfertige Mechanismen vorhanden sind, denen ein einziger Anstoß zur Entwickelung einer zweckmäßigen Gruppe von Bewegungen genügt. So wird mithin das Centralorgan nicht dazu dienen, der Seele sonst unerreichbare Processe räumlich anzunähern, sondern überhaupt die ganze Welt der Anregungen erst zu bilden, deren Einfluß die Seele empfinden soll. Hierzu wird es nicht nöthig sein, daß das Nervensystem sich in irgend einen Centralknoten oder Punkt vereinige; dies unserm Auge vorliegende mannichfache Geflecht von Fasern und Kügelchen wird Wege genug darbieten, auf denen die verschiedenen Processe einander inducirend verändern oder bestimmen können; das Resultat aber wird nicht noch einmal räumlich bis zu den Pforten der Seele geleitet zu werden brauchen, sondern sein Dasein wird genügen, um in ihr eine bestimmte Welt der Anschauungen und Zustände zu erwecken. Allerdings wird daher die Seele in Bezug auf diese Thatsachen eine Art unmittelbaren Wissens zu besitzen scheinen, weil der Vermittlungsgang, durch den diese Zustände des Centralorganes jene der Seele hervorrufen, wenigstens kein Gegenstand sinnlicher Erfahrung oder auch nur Vorstellung ist und insofern ist es unmöglich, diejenigen durch theoretische Gründe zu überzeugen, die von diesem unmittelbaren Wissen, wie sogleich zu erwähnen sein wird, über die Grenzen hinaus Gebrauch machen, in denen die Erfahrung es vorauszusetzen befiehlt. Die Beiträge übrigens, die die einzelnen Nervenorgane zu dem ganzen Seelenleben liefern, sind an Werth verschieden; daher wird auch für unsere Ansicht dieses Leben vorzugsweise an bestimmten Gehirntheilen zu haften scheinen, während ihm die Zerstörung anderer nur eine Fähigkeit gewisser Aeußerungen entzöge.

55. Eine Frage, die wir noch zu berühren haben, ist diese, wie überhaupt in allen bisher erwähnten Fällen einer Wechselwirkung zwischen Seele und Körper der Hergang derselben zu denken sei. Ich bin es müde, hierüber Ansichten zu wiederholen, die ich nicht ändern kann, und begnüge mich, auf früheres verweisend, mit einigen Worten noch rückständige Mißverständnisse zu berühren. Es ist ohne Zweifel ein künstlicher und nicht der vollkommen natürliche Standpunkt für die Betrachtung dieser Dinge, von wel-

hen aus wir eine scharfe Trennung von Körper und Seele voraussetzend, nach deren gegenseitigem Einfluß fragen. Allein dieser Umstand hat kein Gewicht bei der Auflösung dieser Frage. Die ganze Schwierigkeit derselben rührt vielmehr davon her, daß diejenigen, die so viel von der Einführung physikalischer und mechanischer Erklärungsweisen in die Physiologie sprechen, und sich doch wenig die Mühe genommen haben, die Grundlagen dieser physischen Mechanik zu überdenken, den Fall von der Wechselwirkung zwischen Seele und Körper für einen exceptionellen gehalten haben, d. h. für ein Beispiel der Causalität, dessen innern Zusammenhang sie ausnahmsweise ein Mal nicht verständen, während ihnen der Nerv der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen zwei Naturprocessen sonst ganz offen vorliege. Deswegen möchten sie lieber einen so ganz abnormen Fall für unwirklich erklären, und alle Thätigkeiten der Seele in Nervenprocesse verwandeln, mit denen sie dann besser fertig zu werden denken. Es ist jedoch gar nicht so, obwohl man dem gewöhnlichen unwissenschaftlichen Bewußtsein es nicht verdenken kann, wenn es diesen Fall bedeutungsvoll verschieden von andern findet. Die alltägliche Anschauung ist gewohnt, zusammengesetzte Processe in ihre einfacheren Bedingungen aufzulösen, das Triebwerk eines Mechanismus zu betrachten, und hier überall nur von Gleichartigem zu Gleichartigem überzugehen; kommt es auch ein Mal zu der Ahnung, daß den Leistungen dieser mechanischen Theile bedingende Gesetze und Kräfte zum Grunde liegen müssen, so macht es sich doch kein Kopfbrechen darüber, giebt ihnen Namen und hält sie für bekannt. Darin ist großentheils auch die mechanische Physik nachgefolgt, ohne damit übrigens, da sie die Gewißheit ihrer Lehren allerdings zu zeigen weiß, einen Fehler zu begehen. Aber gerade das achten die Bewunderer dieser Wissenschaft zu gering, daß eben ihre Principien, jene Begriffe der Trägheit, der Mittheilung der Bewegung, der Grundkräfte sämmtlich in demselben Sinne unerklärt sind, wie unser Problem. Es ist noch nicht vergessen, welcher Streit über den Stoß geführt worden ist, über dieselbe craß mechanische Wirkungsweise, mit deren zu Grundlegung man früher alle verborgenen Qualitäten zu eliminiren und der Wissenschaft zur Exactheit zu helfen suchte. Die Sache ist jetzt beschwichtigt, aber nicht erledigt. Auf die Frage, wie ein Körper es anfange, um einem andern im Stoße eine Geschwindigkeit mitzutheilen, wird man schwerlich eine detaillirtere Antwort wissen, als auf die nach der Art der Causalität zwischen Körper und Seele. Man hat sich viel zu sehr gewöhnt, den reinen Begriff der Wechselwirkung unter dem Bilde irgend einer zusammengesetzten physikalischen Kraftäußerung zu denken, weiß ihn deshalb nicht mehr auf zwei Substanzen als solche anzuwenden, und vergißt ganz, daß in jeder solchen physikalischen Erscheinung dasselbe Räthsel auch verborgen liegt, wenn man nur sie weit genug analysirt, um es sehen zu können. Was man also bei unserm Problem nicht weiß, weiß man nirgends. Es ist uns immer möglich, zusammengesetzte Effecte aus ihren einfachen Componenten zu construiren, dann setzen wir diese letztern als klare Größen voraus; bei näherer Betrachtung ist aber die Art ihres Zustandekommens wieder nur unter Voraussetzung noch einfacherer zusammensetzender Processe erklärbar. So gelangen wir zuletzt immer dahin, als äußerste Grundfäden dieses ganzen Gewebes gewisse thatsächlich vorhandene Verkettungen zwischen mehreren Ereignissen in den Händen zu halten, in denen keine Analyse mehr die Nothwendigkeit des Zusammenhanges verstehen kann. Dies Verhältniß ist es, wofür ich den Namen einer occasionalistischen Theorie gewählt habe. Nur eine sehr unbesinnliche

Gewöhnung an den Gebrauch mechanischer Grundsätze ohne ein Bewußtsein über ihre Rechtfertigung, kann miskennen, daß aller Mechanismus zuletzt auf solchen Proportionen beruhen muß, deren Glieder nicht selbst wieder durch mechanische Verkettung zusammenhalten. Bei solchen Grundphänomenen angelangt, müssen wir unsere causalen Untersuchungen einstellen, denn sie haben kein Object mehr; es ist nicht blos Schwäche unseres Erkenntnißvermögens, daß wir hier den Mechanismus der Bewirkung nicht durchdringen, sondern es ist keiner da und keiner nöthig; gäbe es nicht einen Punkt, wo aus der bloßen Gegenwart zweier Substanzen, die nach irgend einem Gesetze gegenseitig einander bestimmen sollen, diese Wirkung auch wirklich einträte, ohne daß es eines besondern Impulses bedürfte, so wäre jede auch weiter zusammengesetzte mechanische Action sammt all den scheinbaren Kräften unmöglich, durch die sie zu Stande kommt. Diesem an sich so klaren Gegenstande ist nur noch eine Verwahrung hinzuzufügen. Die Naturwissenschaft hat, wenn sie vollständig sein soll, zweierlei zu berücksichtigen; sie soll zuerst niemals die höchsten primären Ursachen hervorkehren, um die secundären nächsten übergehen zu können; sie soll aber ebenso wenig unwissend darüber sein, daß es solche letzte Ursachen giebt, die nicht selbst wieder nach der Weise der untergeordneten gemessen werden können, daß überhaupt alles mechanisch in der Natur ist, mit Ausnahme der Principien des Mechanismus. Ich hoffe beiden Anforderungen genügt zu haben. Der Wille Gottes ist kein Erklärungsprincip der Naturwissenschaft; die Erklärung beginnt erst, wo aus den Principien, die man immerhin auf jenen Willen zurückführen mag, durch mannichfaltige Combination die näheren untergeordneten Ursachen entwickelt werden, die der Erscheinung ihre bestimmte Stelle anweisen; dieser Gedanke ist das wesentliche Regulativ meiner frühern Polemik gegen die Lebenskraft, die eine ähnliche höchste Ursache für alle Erscheinungen des Lebens in Bausch und Bogen an die Stelle der besondern bewirkenden Ursachen jeder einzelnen Erscheinung setzte. In der Aufsuchung der letzteren und in der Abmessung ihrer Wirkungen nach allgemeinen Gesetzen besteht überall die mechanische Naturwissenschaft. Meint daher ein sonst einsichtsvoller Beurtheiler, daß man mit demselben Rechte, mit dem man eine unmittelbare Verknüpfung geistiger Zustände mit körperlichen annimmt, auch etwa die elliptische Planetenbewegung von einem Immediatbefehl Gottes ableiten könne, der zu dem Planeten gesagt habe: nun laufe du um die Sonne, so ist dies eine sehr unzureichende Widerlegung eines Princips dadurch, daß man ihm eine absurde Anwendung giebt. Daß die Centralbewegung eine zusammengesetzte sei, ist eine sehr einfache Kenntniß; aber die Grundsätze, auf denen sie beruht, das Gesetz der Trägheit und hier das Gesetz der Gravitation entgehen allerdings jeder weitern causalen Erklärung, das letzte wenigstens für diesen Augenblick; eine dialektische Interpretation freilich, die die Vernünftigkeit ihrer Existenz nachwiese, ist ein möglicher Versuch. Ich muß daher bei der Meinung beharren, daß in der Wechselwirkung zwischen Körper und Seele durchaus kein größeres Räthsel liegt, als in irgend einem andern Beispiele der Causalität, und daß nur die Einbildung, bei diesen andern mehr zu wissen, die Verwunderung erzeugt hat, daß man hier nichts weiß. So wenig wir wissen, wie ein Ding es anfängt, um zu sein, so wenig kann man es sagen, wie es zu wirken im Stande ist. — Es hängen mit dieser gesammten Ansicht noch zwei Punkte zusammen. Erstens können einmal vorhandene Zustände der Centralorgane nicht von selbst aufhören; sondern müssen ausgeglichen werden; dies aber kann sehr leicht durch die fortwährende Ernährung

geschehen; zweitens werden neue Processe in denselben durch Einwirkung der Seele entstehen, und diese werden sich, da ihnen keine andere Veränderung der Massen als Ursache voranging, wie Effecte einer an sich oder spontan veränderlichen Kraft ausnehmen. Mit diesem Ausdruck sollte nichts Neues gelehrt, sondern nur darauf hingewiesen werden, daß die von der Seele neu erregten Körperzustände am leichtesten sich als Größenveränderungen einer wirkenden Kraft fassen lassen, die dann vermöge der Verbindungsweise der Massen und Kräfte unter sich zu sehr verschiedenen qualitativen Effecten führen können. Dieser Ansicht steht die andere gegenüber, daß keine einmal im Nervensystem entstandene Wirkung absorbirt werde, daß vielmehr die Nervenprocesse in der Empfindung beginnend, als Gedächtniß fortwogend, sich verschmelzend, modificirend, zuletzt in motorische Anregungen ausbrechen, mithin die Größe der Bewegungen in diesem Gebiete der Massen gleich bleibe, und keine physikalische Veränderung anders als durch Mittheilung der Bewegung aus einer früheren entstehe. Wir haben früher uns vorbehalten, der Freiheit des Willens das Wort zu reden. Ihren positiven Begriff zu bestimmen, gehört nicht in eine physiologische Psychologie; aber abwehren müssen wir Annahmen, die sie unmöglich machen würden, worin sie auch bestehen möchte. Nach jener Ansicht wäre der Mensch nur der bewußte Zuschauer seines eignen körperlichen Mechanismus; neugierig würde ich wenigstens sein, wie man auch mit dieser materialistischen Theorie jene moralischen Anforderungen vereinigen würde, die man im Leben doch anerkennt, wenn man sie freilich auch mit doppelter Rechnung in der Wissenschaft als Phantasien behandelt.

56. So viel von jener Ansicht, welche das Centralorgan für ein Werkzeug ansieht, dem die Seele an sich selbstständig gegenübersteht, und mit dem sie nach allgemeinen Bestimmungen zu einem Mechanismus der Wechselwirkung verbunden ist. An diese Theorie, die unter allen für den weitern Gebrauch die einfachste und anschaulichste ist, weil sie sich ganz in dem Begriffskreise bewegt, dessen leichte Anwendbarkeit auch in der Physik so schöne Früchte erzeugt hat, schließen sich die beiden letzten der früher erwähnten vier Ansichten an. Die eine, schwer charakterisirbar, benutzt die Unmöglichkeit, den Causalzusammenhang zwischen Körper und Seele anschaulich zu machen, und ihn a priori auf eine gewisse Anzahl von Gegenwirkungen zu beschränken, dazu, theils ein physikalisch unvermitteltes Wissen, theils eine ebenso unvermittelte Herrschaft des Geistes über das Aeußere anzunehmen. Es ist die Reihe jener bunten Theorien, die man den Erscheinungen des thierischen Magnetismus zu Liebe ersonnen hat. Sie sind theils von der Art, daß sie noch einen Schein des Zusammenhanges mit der physikalischen Naturwissenschaft bewahren, in dem sie alle wirklich gegebenen Thatsachen benutzen, um sie nach allerdings nicht unmöglichen, aber höchst unwahrscheinlichen Analogien so auszuspinnen, daß sie bis an das Land dieser Wunder hinanreichen. Mit der Annahme uns sonst unbekannter Sinnesempfindungen, durch unbegreiflich feine Medien geleitet, mit der Voraussetzung von Nervenatmosphären, die die Intentionen des Willens ohne sichtbare Brücke doch auf die Objecte übertragen, läßt sich viel bestreiten, ohne daß man aus den Grenzen des logisch-, ja selbst des mechanisch-Möglichen erweisbar heraustritt. Diese Theorien benutzen mithin unsere natürliche Unfähigkeit, die Existenz dessen zu widerlegen, was an sich möglich, seinem Wesen nach aber unserer jetzigen Beobachtungskunst unerreichbar sein würde. Ein anderer Theil dieser Ansichten, Ahnungen, vorhersagende Träume, gegenseitigen Rap-

port der Geister annehmend, sieht von aller physikalischen Vermittelung ab und glaubt in einem substantielleren Bande, welches das Geisterreich als solches verknüpft, die Quelle der Erklärung mancher Erscheinungen zu finden, die wir nur deshalb mit Mißtrauen betrachten, weil wir uns ganz mit Unrecht gewöhnt haben, das Factum der gewöhnlichen physischen Vermittlung unsers Wissens und Handelns für sich von selbst verstehend und für nothwendig zu halten. Und hierin haben diese Ansichten Recht; die Physiologie täuscht sich, wenn sie meint, diejenigen Erscheinungen des Wissens, deren Dasein sie anerkennt, erklären zu können; in jeder Empfindung liegt wirklich jenes unvermittelte Wissen vor; nur das Object, worauf es sich bezieht, ist durch mancherlei Vermittelungen zu einer resultirenden Gestalt gebracht, in der es erst Object sein soll. So ist mithin das unmittelbare Wissen vorhanden, aber in der Regel eingeschränkt auf einen bestimmten Kreis von Gegenständen, deren Wirkungen das Nervensystem berühren. Wer behaupten will, es könne sich über diese gewöhnlichen Grenzen erweitern, sagt nichts von der Physiologie Widerlegbares, sondern etwas Unbeurtheilbares. Alle solche magnetische Erscheinungen muß man erst selbst sehen und dann seinen Augen nicht trauen; ihre Wahrscheinlichkeit wird immer von den Gedanken abhängen, die wir uns über die Stellung der Seele in der Welt, ihre Bedeutung und Bestimmung machen; diese Gedanken aber sind schwer einer andern allgemeinen, als einer ästhetischen, etwas unbestimmten Beurtheilung zu unterwerfen. Die letzte, vierte Ansicht entdeckt uns die Schwächen jener Organenlehre. So lange wir blos das gegenwärtige Spiel der Wechselwirkung zwischen Seele und Körper betrachten, wie es allgemeinen Gesetzen folgt, genügt jene mechanische Aneinanderkettung beider; fragen wir, wie diese entstanden sei, wie sich in jeden Keim eines lebenden Geschöpfes eine Seele hineinfinde, wie die Seelen verschiedener Thierklassen ihre bestimmten, respectiven Wohnstätten finden, was aus den Seelen vergangener Körper, verkommener Keime wird, wo die Seele, wenn unvergänglich, vorher war, nachher sein wird, oder wenn sie nicht ewig ist, wie ihr Entstehen zu denken sei, so gelangen wir zu Theorien, welche den künstlichen, in gewissen Grenzen brauchbaren Standpunkt jener Organenlehre verlassen müssen, um diese einzelnen widerstrebenden Erscheinungen und mit ihnen alle übrigen aus einer umfassenderen Ueberzeugung über den Zusammenhang der Welt zu betrachten.

VII. Aphorismen über psychologische Theorien.

Die Punkte zu beleuchten, in denen Physiologie und Psychologie sich berühren, war die bereits in der Einleitung ausgesprochene Aufgabe dieser Betrachtungen. So lange nur der Zusammenhang körperlicher und geistiger Ereignisse, wie er sich allenthalben als Gegenstand der Erfahrung zeigt, der Untersuchung vorliegt, reichen die früheren Auseinandersetzungen hin, um unsere Begriffe hierüber zu klären und festzustellen; in dem eben Erwähnten haben wir indessen die Fragen hervorgehoben, die über diese Ansichten hinauszugehen gebieten, und die von einer umfassenderen Theorie über die Natur der Seele ihre Beantwortung verlangen. Nur in Beziehung auf dieses Verhältniß des Seelenlebens zu dem körperlichen wollen wir hier einige aphoristische Bemerkungen über die verschiedenen psychologischen Theorien hinzufügen; was diese außerhalb des Gebietes jener Fragen in der Erklärung der reinen psychischen Processe leisten, kann wenig berührt werden; ein Theil

eines physiologischen Werkes kann von der Psychologie nur verlangen, daß sie Rede stehe über ihr eigenes Verhältniß zu physiologischen Thatsachen. Auch diese beschränkte Aufgabe ist indessen schwierig genug, denn die erwähnten Probleme gehören grade zu denjenigen, auf welche nur von dem Standpunkte einer in sich concentrirten Weltansicht ein befriedigendes Licht fallen kann, und so sind wir genöthigt, Ergebnisse kurz einzuleiten, deren Vorbedingungen durch sehr langwierige Untersuchungen allein vollständig dargestellt werden können.

57. Will man den gesammten Reichthum der inneren Erfahrungen einer Erklärung näher bringen, so ist es ein sehr natürlicher Gedanke, zunächst zu einer Theorie von Seelenvermögen zu greifen. Der Auslegung bestimmterer Probleme geht voran die Vergleichung der Thatsachen, die Sammlung des Gleichartigen und seine Beziehung auf gemeinschaftliche, die Trennung des Ungleichartigen und seine Zurückführung auf verschiedene Erklärungsquellen. Und da man bald sieht, daß von den so gewonnenen Klassen der Seelenerscheinungen keine einzige eine unwandelbare Eigenschaft oder ein nie fehlendes Product innerer Thätigkeit ist, so konnte man der Seele nicht ohne weiteres Thätigkeiten oder Kräfte, sondern nur erregbare Vermögen zuschreiben, so daß das Auftreten der inneren Ereignisse zwar von fremdher gegebenen Anstößen ausging, die bestimmte Gestalt der Reaction aber von diesen Reizen doch nur grade in diesem dazu fähigen Substrat, in der Natur der Seele erregt werden konnte. So gefaßt sind diese Vermögen, so viele man ihrer auch annehmen möchte, der Einheit der Seele nicht widerstreitend, denn sie kommen genau genommen der Seele nicht allein oder schlechthin zu, sondern gehören ihr nur unter der Bedingung, auf gewisse Weise gereizt zu sein, und so wie diese Bedingungen wechseln, wird auch das der constanten Seele und jenen variablen Elementen zugleich angehörige Product verschiedene Formen zeigen. Allerdings ist von den Seelenvermögen sehr häufig so gesprochen worden, als wären sie in der Seele schon fertig vorhandene, auf einen Gegenstand, den sie ergreifen könnten, lauernde Mächte, deren Thätigkeit, wie etwa die der physikalischen Kräfte, der Schwere, in stetigem Ablauf zu denken wäre, und nur aus Mangel an Gelegenheit, sich in Producten zu äußern, bisweilen latent schiene. Man behandelte überhaupt diese Vermögen oft als Werkzeuge, die wir den Objecten entgegenstrecken, um diese durch sie aufzufassen und zu gestalten; in der That aber beruhen sie nur auf dem Gedanken, daß jeder wirkliche Effect seine Möglichkeit voraussetzt, ganz unentschieden noch, ob die Gestaltbarkeit der Seele zu einem Erfolge auch noch von einer ausdrücklich für ihn berechneten Zusammenstellung ihrer Kräfte zu einem Werkzeuge unterstützt werde. Die ganze Ansicht, von früheren Philosophien festgehalten, ist bekanntlich jetzt in Ungunst gefallen, aus guten Gründen zum Theil, aber zum Theil auch mit Vernachlässigung eines richtigen Gedankens, den sie enthält. Das Richtige dieser Ansicht nämlich besteht ohne Zweifel darin, daß sie das eigenthümliche, von ihr freilich selbst als unbekannt vorausgesetzte Wesen der Seele für den einzigen Real- und Erklärungsgrund der allgemeinen Phänomene des Seelenlebens ansieht. Als Erklärungsgrund freilich kann sie dasselbe, da sie seinen Inhalt nicht kennt, auch nicht benutzen, die Anerkennung desselben aber als Realgrund giebt ihr die Weisung, hier zunächst nur empirisch zu verfahren, und abzuwarten, welche bestimmten Reactionen sich an bestimmte Anregungen knüpfen werden. Findet sie auf diese Weise mit einer Bedingung eine bestimmte Erscheinung des Seelenlebens verbunden, so schreibt sie zu der letzteren der Seele ein Vermögen zu, d. h. sie enthält sich durchaus, aus einem gegebenen Zustande der Seele und einer

nen hinzugekommenen Anregung den zu erwartenden Erfolg nach irgend welchen allgemeinen logischen oder metaphysischen Regeln zu construiren, sondern ist überzeugt, daß auch diese Summe von Bedingungen nur durch nochmalige Anregung der eigenthümlichen Natur der Seele ihre Wirkung zugemessen erhält. Da diese Natur uns nicht offen vorliegt, können wir mithin den Bedingungsnexus so wenig als bei vielen anderen Beispielen der Reizbarkeit übersehen, und wir betrachten daher die einzelnen Grunderscheinungen des Seelenlebens als Ausflüsse von Vermögen, welche in der einen Natur der Seele begründet sind, und von deren einem zum andern wir nur durch diesen Mittelpunkt hindurchgelangen können, während uns ohne Zuziehung dieses Punktes eine unmittelbare Berechnung ihres wechselseitigen Einflusses ebenso wenig möglich ist, als ein solcher auf diese unmittelbare Weise stattfindet. Dieser Zug ist nicht ohne Werth, und andere Ansichten haben eben darin geirrt, daß sie glaubten, nur einer einzigen Grunderscheinung des Seelenlebens zu bedürfen, um aus ihren Modificationen, Schicksalen und Gegenwirkungen ihrer verschiedenen Beispiele unter einander das Ganze zu construiren, ein Unternehmen, das nicht viel sicherer ist, als wenn man die Gesetze des Stoßes für Körper berechnen wollte, die bis zu dem Grade unbekannt sind, daß man nicht einmal weiß, ob sie undurchdringlich sind oder nicht. Wenn wir z. B. mehrere Vorstellungen im Geiste betrachten, so reichen durchaus alle allgemeinen Grundsätze nicht hin, um voraus zu bestimmen, daß aus irgend einer Art ihrer Verflechtung ein Gefühl entstehen werde; dies ist nur unter der Voraussetzung begreiflich, daß ein gewisser Zustand der Seele, eben nur so fern er Zustand dieser Substanz ist, andere, und zwar grade diese anderen Zustände nach sich zieht; und so ist im Grunde alles, was im Seelenleben begegnet, Anregung der psychischen Natur durch ihre früheren Zustände, nicht aber ist der eine Zustand Folge des andern, diesen für sich betrachtet und abgesehen von dem Subjecte, dem er zugestoßen ist. Mit diesem Guten hängen aber auch die Mängel der Ansicht zusammen, von denen wir zwei hervorheben. Ein bleibender Gewinn zwar ist ihre Aufstellung der drei Grundvermögen des Vorstellens, Fühlens und Strebens, die allerdings nie für unsere Erkenntniß eine analytische Herleitung aus einander gestatten werden; aber in der weiteren Classification ist nicht genug zwischen Vermögen, deren stabil gewordenen Producten und den Bewegungen der Seele unterschieden, und so für jede geringe secundäre Erscheinung, deren Ableitung aus höheren Quellen allerdings noch möglich wäre, ein besonderes Vermögen angenommen worden. Es ist nicht genug daran gedacht, daß nicht bloß die qualitative Eigenthümlichkeit der einzelnen Vorgänge als Product eines Seelenvermögens zu fassen ist, sondern daß auch gewisse allgemeine Formen der Schicksale, die jenen Vorgängen zustoßen, von der Natur der Seele bestimmt werden; die Hervorhebung dieser concreten Gesetze würde die Annahme mancher eigenthümlichen Vermögen unnöthig gemacht und der wissenschaftlichen Erklärung nicht so sehr den ihr gebührenden Spielraum geschmälert haben. Dies führt zu dem zweiten Mangel. Dem Begriffe der Seelenvermögen fehlt alles das, was dem physikalischen Begriffe der wirkenden Kraft so große Fruchtbarkeit giebt. Der letztere ist immer zugleich der Begriff eines Gesetzes, nach welchem eine qualitativ constante Wirkung mathematischen Modificationen unterliegt. Die Seelenvermögen dagegen sind nur hypothetische Quellen in der Natur der Seele, aus denen die Qualität der ihnen zugeordneten Erscheinungen fließt, während sie nichts über die Richtung und die übrigen Gesetze ihres Verlaufes bestimmen. Ein Vorstellungs-

vermögen sagt bloß, daß alle seine Effecte Vorstellungen sein werden; aber so wenig wir wissen, wie sich die Thätigkeit dieses Vermögens während der einen Vorstellung von der während der andern unterscheidet, so wenig wissen wir auch, was daraus wird, wenn mehrere Anregungen desselben sich folgen oder kreuzen. So ergiebig daher der Begriff der Kraft, so unergiebig der dieser Vermögen. Allein der Werth der ganzen Ansicht scheint mir auch hauptsächlich auf jener oben erwähnten Enthaltsamkeit von jeder Construction zu beruhen; sie ist eine Vorarbeit, die nach zwei Seiten hin weiter ausgeführt werden kann. Entweder nämlich man unternimmt es, jene Vermögen, die scheinbaren Werkzeuge, in der That aber die Producte der Seele, selbst zu erklären, und sie aus jenem hier noch unaufgeschlossenen Grunde der psychischen Substanz abzuleiten, oder man begnügt sich, den inneren Zusammenhang ihrer Bedeutung aufzuweisen und den vernünftigen Sinn in der Existenz desjenigen nachzuweisen, dessen Entstehungsweise man den Hilfsmitteln der Erkenntniß vielleicht überlegen findet. In diese beiden Aufgaben hat sich die Psychologie unserer Zeit getheilt; wir werden die erste die mechanische, die zweite die dialektische nennen und die Grundlagen beider kurz durchgehen. In Bezug auf die Zusammenhänge des Körpers mit der Seele ist nur hinzuzufügen, daß die Lehre von den Seelenvermögen hierüber keinen Aufschluß giebt; das Wesen der Seele als unbekannt und sie selbst der Körperwelt gegenüberstellend, könnte sie am wenigsten jene Fragen beantworten, wie beide zusammengekommen sind und im Laufe der Generationen sich zusammenfinden.

58. Die beiden erwähnten Versuche zu psychologischen Theorien beruhen auf allgemeineren Ueberzeugungen, die auch unseren übrigen philosophischen Untersuchungen zu Grund liegen und in der neuesten Zeit entschiedener als in früheren Perioden einen Kreis realistischer Ansichten einem anderen idealistischen gegenüberstellen. Beide freilich werden die mannichfaltige und widerspruchreiche Welt der Erfahrung als Erscheinung oder Consequenz an den feststehenden Hintergrund einer wahrhaft und absolut seienden Welt zu knüpfen suchen; aber sie weichen ab in der Bestimmung desjenigen, dem sie diese unveränderliche und nicht wieder zurücknehmbare Existenz zuschreiben. Der gewöhnliche Verstand, wenn er sich Rechenschaft zu geben sucht über die Grundlage, welche diese Welt der Erscheinungen fixirt, ist immer geneigt, sich dieselbe sogleich als Ding oder als ein Reich der Dinge vorzustellen. Genau genommen aber hatte die Erkenntniß eigentlich nur das Bedürfniß, irgend einen Grund aufzusuchen, dessen Natur eine Frage nach weiteren Bedingungen auch für ihn, einestheils unnöthig, anderntheils unmöglich macht; ob aber dieser Grund sich nur in Gestalt eines Dinges werde darstellen können, und ob er nicht vielmehr unter eine andere allgemeinere Kategorie für uns zu subsumiren sein würde, diese noch obschwebende Frage wird gewöhnlich übergangen und stillschweigend für die alleinige absolute Existenz der Sachen, der Dinge entschieden. Und hierzu wird leicht ein Denken getrieben, das von der Erfahrung und von der Gewöhnung an die Betrachtung einer sinnlichen Welt beherrscht wird. In dieser nämlich ist der Gang unserer Erkenntniß der, daß wir als relativ Unveränderliches und zu Grund Liegendes überall Dinge finden, deren Begriff, wenn wir ihn von allen wechselnden Eigenschaften befreien, für unsere Anschauung, die eben nur diese Eigenschaften durchdringt, die Eigenthümlichkeit eines völlig undurchsichtigen Kernes annimmt. Wollen wir dann die Gesammtheit der Erfahrung von einem übersinnlichen Grunde abhängig machen, so bietet sich solcher Gewöhnung dieser Begriff der absoluten Dinge am leichtesten dar, und realistische Ansichten liegen daher der

gewöhnlichen Auffassung am nächsten. Verfolgen wir aber diesen Begriff weiter, so zeigt sich doch bald, daß wir nie etwas erreichen, dessen Inhalt bloße Realität wäre, wie dies die gewöhnlichen Gedanken, die von dem dunklen Begriffe des handgreiflichen Stoffes herkommen, gern möchten, um an einen solchen unzersprengbaren Kern, der allem die Festigkeit der Existenz gäbe, die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen sicher anzuknüpfen. Alle Realität ist nur eine Form des Daseins, die einem an sich nur durch Gedanken charakterisirbaren Inhalte zukommt. So wenig, als Materie für sich da ist, sondern nur irgend ein concret bestimmter Inhalt, der um seiner Natur willen jene Summe der Eigenschaften entfaltet, welche wir Materialität nennen und der um deswillen hinterher Materie genannt werden mag, ebenso ist nicht etwas absolut Reelles vorhanden, welches durch sein Eingehen in eine Mannichfaltigkeit der Attribute dieser Combination reelles Dasein mittheilt, wie ein ätherisches Oel der Wolle den Geruch, sondern ein Inhalt, der an sich wesentlich ideell ist, heißt für uns ein Ding, sofern er diese bestimmte Form der Realität erlangt. Auch der bestimmteste Realismus kann sich dieser Consequenz nicht entziehen, und wenn er über sich selbst aufgeklärt ist, kann er es auch nicht wollen. Er kann das absolute Sein stets nur an einen Inhalt knüpfen, der nicht selbst schon real ist, und es ist von Wichtigkeit, diese erste Dunkelheit des gewöhnlichen Meinens überwunden zu haben, das an dem Begriffe des absoluten Dinges, wie an einem für sich verständlichen, haftet. Jetzt erst läßt sich der Unterschied zwischen realistischer und idealistischer Ansicht deutlicher herausstellen. Die erste behauptet, man habe der Erklärung der Erscheinungen nur die Anerkennung der factischen Existenz einer Welt realer Dinge vorauszuschicken, deren Inhalte, obwohl dieser zuletzt nur durch ideelle Bestimmungen charakterisirt werden kann, doch jenes absolute, unveränderlich und daher beziehungslose Dasein ein für allemal und unzurücknehmbar zugehöre; sie findet einen Widerspruch darin, daß dasjenige, was einmal wahrhaft sei, einer Veränderung oder Vernichtung unterliege; und da die Welt der Erscheinungen zur Annahme nicht eines, sondern unbestimmt vieler realer Wesen dränge, so liege mithin ein Reich unter sich ihrem Begriffe nach isolirter, auf sich nicht nothwendig bezogener, unveränderlicher und einfacher Wesen der Welt der Erfahrung zu Grunde. Alles, was geschieht und erscheint, wird daher nur aus der Natur desjenigen erfolgen, was ist, dasjenige aber, was ist, ist absolut, und durchaus underivirbar aus irgend einem Anderen. Soll nun unsere Erkenntniß beurtheilen, was eigentlich aus den zufälligen Beziehungen erfolgen wird, die zwischen jenen Wesen eintreten können, und auf denen alle wahrnehmbare Erscheinung beruht, so kann sie dies nicht anders, als daß sie die einfachsten Gesetze des Denkens auf jenen Begriff der Realität anwendet, in welchem allein das den verschiedenen supponirten Wesen Gemeinschaftliche besteht. Und hier unternimmt mithin der Realismus, nicht aus dem wahrhaft qualitativen und concreten Inhalte der Wesen, sondern aus der Form ihrer Existenz allgemeine Gesetze zu entwickeln, denen Alles Reale unterworfen sein soll, ein allgemeines Recht der Substanzen als solcher. Nach einem Geburtsrechte gewissermaßen trotzt jede Substanz auf ihre Ewigkeit, die nicht besonders verdient zu werden braucht, nach demselben Rechte, gleichviel, welches der Charakter des Würdenträgers ist, regelt sich das Verhalten gegen andere, und die ganze Welt wird ein Beispiel dessen, was als Consequenz in dem Begriffe der Realität liegt. Wie nominalistisch diese Wendung ist, ist nicht schwer zu sehen. Dem gegenüber macht der Idealismus den Grundsatz geltend, daß zwar das, was geschieht, zunächst

aus dem zu erklären sei, was ist; dasjenige aber, was ist, stehe nicht auf eigenen Füßen, sondern erhalte Form und Werth seines Daseins allein von dem, was gleichzeitig ist und um seines inneren Werthes willen sein soll, oder mit anderen Worten von demjenigen, dessen Dasein anzunehmen wir nicht nur durch irgend eine Forderung der Erfahrung, sondern zugleich durch die Würde seines eigenen Inhaltes aufgefordert werden. Es ist unmöglich, hier, wo es auf kurze Darstellung ankommt, die Einwürfe weitläuftig zu erwägen, die man gegen diese vermeintlich widerrechtliche Vermengung der Werthbegriffe mit denen des Daseins zu machen pflegt; wir können nur andeuten, daß sie uns nicht unbekannt sind, indem wir aussprechen, daß diese idealistische Ansicht allerdings auf einem ästhetischen oder ethischen Bedürfniß beruht, das für den unbefangenen Verstand eine breite Basis von hinlänglicher Tragkraft darbietet, während es allerdings den Bedenken der Schule gegenüber besonders gerechtfertigt werden müßte. Daß in der Welt überhaupt Vernunft herrsche, daß nicht das Gleichgiltige sei, sondern nur das durch einen Werth bestimmte, daß überhaupt das Substrat, oder Subject, dem eine Position des Daseins zukomme, nie durch theoretische Begriffe einer Qualität oder dergleichen, sondern nur durch die Ahnung eines in sich werthvollen Inhalts, durch ästhetische Ideen gefaßt werden könne, dies ist jene Grundvoraussetzung, die sich in einer idealistischen Ansicht ausprägt. Sie befriedigt sich nicht damit, der Welt unbestimmt viele Anfänge zu geben, deren jeder ist, was er ist, deren jeder so viel zum Geschehen beiträgt, als er seiner zufälligen Natur nach muß, so daß alle Wirklichkeit unserer Wahrnehmung nur ein parasitisches Gewächs an dem versteinerten Stamme absoluter Dinge wäre, die gleichgiltig gegen Alles das sind, was sie durch zufälliges Gerathen in Beziehungen zu einander hervorbringen. Zwar auch sie wird für unsere Erkenntniß die Welt der Erscheinungen auf eine solche Welt der Dinge zurückführen und sich so alle jene Anschaulichkeit sichern können, die der realistischen Ansicht, dieser verklärten Sinnlichkeit, zukommt; aber sie wird diese ganze Welt der Dinge nur in einer relativen Position fassen, die allerdings zurücknehmbar ist, und abhängt von der einzigen absoluten Position, die dem ertheilt wird, was ist und um seines Wesens willen sein muß. Nicht die Dinge werden durch eigene Machtvollkommenheit ewig, unveränderlich sein, sondern selbst wenn wir zu der Erkenntniß kämen, daß ihre Position im Laufe der Welt nie wieder zurückgenommen wird, und daß körperliche Massen, wie Geister, unendlicher Dauer sich erfreuen, so ist doch auch diese factische Ewigkeit nur eine von der beherrschenden Idee der Welt *gewährte*, nicht ein den Substanzen unvordenklich zuständiges Recht, sondern eine der Gnade, von der sie getragen werden, verdankte Gunst. Mit solchen Voraussetzungen löst sich jenes allgemeine Recht der Dinge auf, nicht mehr werden wir aus der Natur der Realität allein die höchsten Gesetze ableiten können, welche das Verhalten der Dinge zu einander regeln, sondern was im Falle irgend eines Zusammenstoßes der Bedingungen geschehen wird, läßt sich nur aus dem Inhalte jener Idee begreifen, die daran das Bedingte geknüpft hat. Die Aufgabe, die eine solche Ansicht sich stellen müßte, würde allerdings darin bestehen, von dem Mittelpunkte dieses Inhaltes aus jene nothwendigen Gesetze zu construiren; sie wird kaum je gelingen; denn obgleich wir nicht so rathlos über die Natur jenes Inhaltes sind, als es vielleicht scheinen kann, so ist doch seine theoretische Fassung zu schwer, um darauf zweifellose Deductionen zu gründen. Aber formell werden wir davon den Nutzen haben, manche Gesetze der Natur, die jetzt als a priori gewisse Wahrheiten der

Erkenntniß gelten, für absolute Thatsachen zu erkennen, deren Richtigkeit zwar feststeht, deren Gründe aber anderswoher zu suchen sind. Nur dies ist das Wesentliche, was wir festhalten müssen, daß der Begriff eines Realen, so wenig er überhaupt unsere Sehnsucht nach einem letzten unwandelbaren Grunde befriedigt, auch ebenso wenig irgend eine innere Kraft besitzt, durch die er zu den nothwendigen Formen des Geschehens etwas beitragen, oder den Geboten der Idee Widerstand zu leisten vermöchte; das Reale wirkt überall so viel, als es Auftrag hat. Die Welt der Natur ist abhängiger Widerschein einer Welt der Gnade. Diesen Auftrag aber verstehen wir freilich nicht so, als könnte er in diesem Augenblicke dieser, in dem nächsten ein anderer sein; wir können vielmehr uns die höchste Idee gar nicht anders als so denken, daß sie sogleich selbst allgemeine nie veränderte Gesetze des Daseins und Werdens, ein Reich absoluter Wahrheit fordert, ohne welches sie nicht das wäre, was sie ist, und auf welcher später der gesammte Weltlauf mit seiner nothwendigen und mechanischen Verkettung ebenso fest ruhen kann, als wenn er durch die eigensinnige Natur ewiger realer Dinge gestützt würde. Diese Bemerkungen haben nun bisher jenen höchsten Grund der Dinge nur von Seiten seines Inhaltes berührt; daneben steht eine andere Untersuchung, die hier auch nur andeutungsweise zu führen unmöglich ist, über die Verträglichkeit der Idee und der absoluten Position, die ihr von uns zuertheilt ist. Es muß genügen, an das Dasein einer solchen Frage erinnert zu haben. Andererseits aber geht aus dem Vorigen hervor, wie idealistische Ansichten natürlich zu einer dialektischen Auffassung der Psychologie getrieben werden, in der sie die einzelnen Erscheinungen des Seelenlebens in einem Systeme abgestufter Werthverhältnisse und gegenseitiger Abhängigkeit darzustellen suchen, so daß die Bedeutung der Vorgänge klar wird, nach deren Verwirklichungsweise zu fragen öfters unnöthig, oft unmöglich ist, da nur das Zusammengesetzte eine Construction aus bewirkenden Ursachen erlaubt, die einfachsten Erfolge aber der nie nachlassenden Herrschaft der Idee ohne Zwischenmechanismus folgen. Die realistische Ansicht dagegen wird ebenso natürlich zu einer mechanischen Auffassung getrieben; und da alles, was geschieht, in ihr von der Natur des Seienden abhängig ist, so mußte sie, die Bedeutung der psychischen Vorgänge bei Seite lassend, diese aus einer Mannichfaltigkeit sich durchkreuzender Bedingungen abzuleiten suchen.

59. Die realistische Ansicht hat zuletzt in Herbart's System culminirt, mit aller der überredenden Kraft ausgerüstet, die ihr ein reicher und ernster Geist geben konnte. Ich theile seine Ueberzeugungen in keinem ihrer wesentlicheren Punkte; da jedoch dieser Ort einer Polemik gegen sie nicht angemessen ist, begnüge ich mich, der Relation derjenigen Gedanken, die für unsern Zweck von Interesse sind, die Fragen beizufügen, die Jeder in Betreff derselben sich selbst beantworten mag. Wir kennen die Natur der realen Wesen nur so weit, um behaupten zu können, daß sie schlechthin einfach, von gänzlich positiver Qualität, unabhängig von allem Anderen, untheilbar, daher unräumlich und unveränderlich sind. An sich völlig beziehungslos gegen einander, können sie doch in Beziehungen gerathen, in denen der eventuelle Gegensatz ihrer Qualitäten sie nicht mehr gleichgiltig neben einander bestehen läßt, sondern zur Wechselwirkung drängt. Unveränderlich aber ihrer Natur nach können sie nichts leiden oder thun, als gegen jede drohende Störung sich selbst erhalten. Wie aber die Weise des Angriffs wechselt, so die Selbsterhaltung. Diese metaphysischen Grundlagen lassen noch zweifelhaft, wie hieraus ein Geschehen entstehen könne. Geschieht die Störung wirklich, wo

bleibt die Unveränderlichkeit der realen Wesen? Existiren sie unbeirrt von aller Störung ihrer Natur nach fort, woher dann das Motiv zur Selbsterhaltung bei mangelnder Gefahr? Und wollte man zugeben, daß in der That zwischen den realen Wesen keine Wirkungen ausgetauscht werden, daß jedes ungestört fortexistirt, und die Gegensätze der Qualitäten sich nicht wirklich aufheben, daß vielmehr nur für unsere Ansicht sich aus ihnen ein drittes Resultirendes zu bilden scheine, so fragt sich doch, wie nun in uns dieser Schein entstehe, der doch wirklich da ist, und nicht für einen dritten Beobachter dazusein scheint? So daß, wenn auch die betrachteten Dinge mitten im Geschehen unverändert bleiben, doch der betrachtende Geist nothwendig Schauplatz eines wirklichen Vorganges wird, der sich mit der Unveränderlichkeit nicht verträgt, welche auch ihm als einfachen Wesen zukommen soll. Die Anwendung nun dieser metaphysischen Vorbegriffe auf die Psychologie geschieht durch eine Hypothese. Wir wissen nicht, welche Gestalt die Selbsterhaltungen in irgend einem andern realen Wesen annehmen mögen; die der Seele aber bestehen in Vorstellungen, die entweder direct von einem Zusammensein der Seele mit anderen realen Wesen hervorgerufen werden, oder einem Gesetze der Trägheit nach, einmal entstanden, in's Unendliche in ihr fortdauern, aber durch andere mannichfach verdrängt, bedrückt oder begünstigt, in einem wechselvollen Spiele der Latenz und Reproduction begriffen sind. Alle übrigen Phänomene des geistigen Lebens sollen nun aus einer Verkettung von Vorstellungen allein, ohne noch einmal auf das Wesen der Seele zurückzukommen, durch bloß mechanische Gründe hervorgerufen werden. Jene Hypothese aber, daß alle Selbsterhaltungen der Seele Vorstellungen sind, ist nicht nothwendig, und der Erfolg hat gezeigt, daß dieser Ansicht gegenüber die Theorie der Seelenvermögen Recht behielt; weder Gefühl noch Strebungen hat Herbart in der That aus seinen Principien deduciren können. Wenn eine Vorstellung steht im Bewußtsein, so ist ein Unterschied, ob sie selbst mit den hemmenden Kräften im Gleichgewichte ruht, oder ob sich an ihr eine hemmende und eine emportreibende Kraft das Gleichgewicht halten. Keiner von beiden Fällen ändert den Inhalt des Vorstellens, dennoch muß sich die Verschiedenheit beider durch ein Phänomen im Bewußtsein darstellen. Wie anders werden wir den zweiten, gepreßten Zustand der Vorstellungen bezeichnen, als durch den Namen eines mit der Vorstellung verbundenen Gefühles? [1]) Wenn eine Vorstellung im Bewußtsein steigt, so ist ein Unterschied, ob sie sich selbst überlassen steige, oder gegen den Widerstand anderer ankämpfend. Mit welchem Namen sollen wir nun die fortlaufenden Uebergänge aus einer Gemüthslage in die andere bezeichnen, deren hervorstechendes Merkmal eine sich gegen Hindernisse aufarbeitende Vorstellung ist? Man wird keinen anderen Namen finden, als den des Begehrens [2]). — Wir werden uns doch nach einem andern Namen umsehen müssen, denn weder das erste ist Gefühl, noch das zweite Begehren. Beide Darstellungen erwecken zunächst nur den Gedanken, daß jene Klemme, in der sich eine Vorstellung befindet, ihr selbst, wenn wir sie personificiren und ihr ein Vermögen des Gefühls schon beilegen, unangenehm sein mag; warum aber die individuelle Seele sich dies zu Herzen nimmt und ein Gefühl davon hat, wird dadurch nicht klarer; wir sehen vielmehr recht deutlich, daß man in dem Wesen der Seele eine von ihrer Vorstellungsfähigkeit noch sehr unterschiedene Empfänglichkeit voraussetzen muß, um zu begreifen, warum sie von einer Klemme ihrer Vorstellungen

[1]) Herbart, Psychologie. Bd. II. S. 71. [2]) Daselbst.

eben ein Gefühl erlange. Höchstens könnte mithin diese Darstellung als Angabe der factischen Bedingungen angesehen werden, die jedem Gefühle vorangehen, und bei der man noch dahin gestellt ließe, wie diese Bedingungen ihr Bedingtes, das Gefühl vermitteln. Allein auch dies ist unthunlich; ich wüßte wenigstens nicht, wie das einfachste Schmerzgefühl eines Nadelstiches von einer Klemme der Vorstellungen abhängen sollte. Die Beschreibung paßt nur auf die Bedingungen intellectueller Gefühle, hebt also eine Veranlassung von Gefühlen, die neben anderen steht, generalisirend hervor. Arbeitet sich ferner die Ueberzeugung, daß der Mond die Ursache einer am Horizonte aufgehenden Helle sei, allmälig gegen die frühere Befürchtung einer Feuersbrunst empor, so sehe ich doch nicht, wie dies ein Streben des Ich werden solle; der aufsteigenden Vorstellung höchstens könnte man Bewegung und Impuls zuschreiben. Diese Deductionen verfehlen nicht bloß ihren Zweck, sondern sie bringen die üble Angewöhnung hervor, unseren Fragen andere Subjecte unterzuschieben und dann doch die Beantwortung als eine Antwort auf unsere Fragen zu geben. Dies zeigt sich auch in der Betrachtung der verschiedenen Entwicklungsstufen des Vorstellungslebens. Jede Vorstellung ist eine Selbsterhaltung der Seele, die Einheit der Seele (worin sie bestehe, bleibt nominalistisch unbestimmt) verlangt aber, daß alle ihre inneren Zustände in eine intensive Einheit zusammenschmelzen. Die Vorstellungen würden dies thun, wenn nicht ihre Gegensätze wären. Diese Gegensätze hindern mithin, daß eine Bedingung erfüllt werde, unter der die Seele allein ihrem Wesen gemäß existiren könnte; sie existirt jedoch nichts destoweniger, und dies erweckt ein gewisses Mißtrauen gegen die Kraft jener Einheit, diese verschiedenen Zustände so zusammenzuschließen, daß sie nothwendig auf einander wirken müssen. Die Wechselwirkung solcher Gegensätze besteht nun sonst nach allgemeinen metaphysischen Voraussetzungen Herbart's in der Tendenz gegenseitiger Aufhebung des Entgegengesetzten; hier aber nöthigt die Erfahrung, daß unsere Vorstellungen keine qualitativen Resultanten geben, zu der Annahme, daß die Qualität der entgegengesetzten Vorstellungen erhalten werde, ihre Stärke dagegen einen Verlust durch wechselseitige Hemmung erleide. Da jedoch die Einheit der Seele nur an dem Qualitätsgegensatze der Vorstellungen einen Grund hatte, sie zu gegenseitiger Einwirkung zusammenzudrängen, so begreift sich nicht, wie sie nun besser dabei fährt, wenn sie ohne den Gegensatz in ein Mittleres aufzulösen, nur die Intensität seiner beiden Glieder mindert. Ueber die sehr zweifelhafte Berechtigung der Begriffe von einem an sich bestimmten Grade der Stärke und des Gegensatzes der Vorstellungen haben wir schon früher gesprochen; aber auch die Annahme, daß Vorstellungen aus einem Continuum, z. B. verschiedene Farben unter sich, sich hemmen, dagegen solche aus verschiedenen Continuis, z. B. Farben mit Tönen sich ungehemmt verbinden sollen, scheint uns vielmehr der Erfahrung zuwider, als ihr gemäß. Durch jene Einheit der Seele also, welche den verschiedenen Zuständen in ihr nicht gleichgiltig neben einander zu sein verstattet, werden die Vorstellungen zu hemmenden und sich drückenden Kräften, und aus diesem Spiele entstehen die Verdunkelungen, welche die Vorstellungen aus dem Bewußtsein treiben und sie in unbewußte Zustände verwandeln, so wie die Wiederauffsteigungen des früher Gehemmten im Gedächtnisse: durch die mannichfaltigste Verschmelzung dieser Processe entstehen ferner jene allgemeinen Begriffe, die immer als Ferment wieder von der Erinnerung in die Haufen neuer Wahrnehmungen geworfen, diesen jene Ordnung mittheilen, die man früher von eingeborenen Thätigkeiten des Verstandes

ableitete. Es thut uns leid, von diesen Untersuchungen, in welchen Herbart allerdings eine große Fülle schöner und immer fruchtbar bleibender Bemerkungen über die Entstehung mancher scheinbaren Vermögen des Geistes entfaltet hat, keine kurze Darstellung geben zu können; wir können vielmehr nur eines hinzufügen, was uns als ihr allgemeiner Mangel erscheint. Die Einheit der Seele als Substanz begründet noch lange keine Einheit des Bewußtseins. Wäre sie allein dasjenige, was die verschiedenen Vorstellungen zusammenhält, so würde nur für einen zweiten besser organisirten Beobachter in der Mannichfaltigkeit ihrer inneren Zustände eine Beziehung und Einheit zu entdecken sein, sie selbst würde davon so wenig wissen, als irgend eine Substanz von dem Zusammenklange ihrer Eigenschaften; wir würden, mit Kant zu reden, noch immer ein so vielfarbiges Subject sein, als wir einzelne Vorstellungen haben, und nichts würde es uns nützen, daß diese Vorstellungen in der Einheit unserer psychischen Substanz sich vertragen. Zwei Vorstellungen, wenn sie der Hemmung um ihres Gegensatzes willen genug gethan, würden gleichzeitig dasein, aber so durchaus eins man sich auch die Seele denken mag, so folgt doch daraus noch nicht, daß nach der Erfüllung der Bedingungen, welche ihre Einheit als Substanz vorschrieb, sich noch umsonst ein Bewußtsein von dem gegenseitigen Verhältnisse ihrer Zustände einstellte und jene beiden Vorstellungen mithin in Einem Bewußtsein stattfänden. Eine Reihe von Vorstellungen mag successiv auftreten, so werden die mechanischen Gesetze des Vorstellungsverlaufes ihre Ordnung bestimmen; aber wer sieht die Ordnung dieses Wechsels? Nur ein Wechsel des Bewußtseins, kein Bewußtsein des Wechsels wird unmittelbar gegeben sein. Und auf dieselbe Art sind alle jene Apperceptionen einer Vorstellungsmasse durch die andere, die Beobachtung einer Vorstellung durch eine zweite, paradoxe und schädliche Ausdrücke für Umstände, die gewissen Erscheinungen des Bewußtseins vorangehen oder sie begleiten; wie sie aber ihr Bedingtes hervorbringen, ist nicht zu begreifen, wenn man nicht die richtige Ansicht, die in der Lehre von den Seelenvermögen liegt, hier adoptiren will. Jeder einzelne Schritt in dem psychischen Mechanismus ist eine neue Gestaltung der Reize, die auf das Eine Wesen der Seele einwirken und in ihm die Thätigkeit bald dieses, bald jenes erregbaren Vermögens erwecken, ohne dessen Begründetsein in dem allerdings einfachen Sinne der Seele jenen mechanischen Bedingungen nie diese Folgen zustehen würden. Bestände der Charakter der Seele wirklich darin, sich nur durch einfache Vorstellungen primitiv zu erhalten, und könnten die Producte des Vorstellungslaufes zurückkehrend zu ihr nicht noch andere Saiten ihres Wesens anschlagen, so würde sie nie zu Gefühl und Strebungen, sie würde nicht einmal zu wirklichem Bewußtsein kommen; sie wäre kein Subject, sondern nur eine Substanz, an der für einen dritten Beobachter eine durch die Natur der Substanz an sich gebotene Regelmäßigkeit in dem Ablaufe von Zuständen bemerklich würde. Wollten wir Herbart's Ausdrucksweise beibehalten, so würde die Qualität der Seele, obwohl unbekannt, doch immer von Neuem in Rechnung zu bringen sein. Primitive Selbsterhaltungen entständen aus den Vorgängen während der Empfindung; die mancherlei Verhältnisse zwischen den daraus entstandenen Vorstellungen bildeten für die Seele selbst einen zweiten Kreis von Störungen höherer Ordnung, gegen die sie sich vielleicht nicht durch Vorstellungen, sondern durch Gefühle erhält, und wie Strebungen fast immer aus deutlichen Gefühlen entspringen, so könnten diese zweiten Selbsterhaltungen, als Zustände, die das reine Gleichgewicht der Seele stören, selbst

wieder die dritte Weise der Selbsterhaltung durch Strebungen bedingen. Dies ist im Wesentlichen das, was die Vermögenstheorie durch ihren Begriff eines nur erregbaren Vermögens ausdrücken wollte. Was endlich die mathematische Ausbildung der psychischen Mechanik betrifft, so müßte sie nach dem Bisherigen ohnehin ganz anders ausfallen; sie scheint mir indessen überhaupt ein undankbares Unternehmen. Zwar dies ist kein Einwurf, daß wir keine Maße für die einzelnen psychischen Vorgänge haben; denn auf Berechnung einzelner Revolutionen eines individuellen Gemüthes ist die Absicht der Lehre nicht gerichtet; sie will nur allgemeine Gesichtspunkte und Gesetze durch Hilfe der Rechnung finden. Aber jeder Theorie muß eine bis zu gewissem Grade ausgebildete Erfahrung zur Seite gehen, damit man durch Vergleichung wenigstens wisse, ob die gefundenen Gesetze, weil sie allein die Erfahrungen decken, auch vorwiegende Wahrscheinlichkeit haben. Dies ist hier jedoch nicht der Fall; unsere innere Beobachtung zeigt uns nur so grobe Umrisse des Vorsichgehenden, daß diese Data freilich im Ganzen von dieser Theorie bestritten werden können; daneben aber kann man sich beliebig viele von ganz verschiedenen Gesichtspunkten ausgehende Hypothesen denken, die ungefähr das Nämliche leisten. Kommt dagegen die Theorie auf ganz specielle interessante Gesetze, die entscheidend beweisen könnten, so sind sie der Art, daß man sie nie durch Erfahrung controliren kann; man weiß daher immer noch nicht, ob nicht Princip wie Consequenz gleich irrthümlich ist.

60. Sehen wir nun nach, in welchem Verhältnisse nach dieser Theorie die Seele zum Körper steht, so sind beide zuerst nicht durch eine absolute Verschiedenheit ihres Wesens getrennt; auch der Körper ist nur ein System realer Wesen, die den Schein der Materialität durch ihre Verhältnisse um sich erzeugen, deren innere Zustände uns zwar unbekannt sind, aber nicht durchaus unähnlich den Vorstellungen der Seele zu sein brauchen. Nichts desto weniger ist doch die Seele ewig ein Anderes, als der Körper; denn nie werden reale Wesen unter einander sich irgendwie zu einem Neuen vermischen. Sie steht als eine herrschende Monade an dem glücklichsten Orte der körperlichen Organisation, in ewiger Wechselwirkung mit allen sie berührenden Theilen. Doch ist ihr Sitz im Gehirne nicht nothwendig fest; in der Gegend der Brücke des Varolius wandelt sie, wohl nicht an dem anatomisch passendsten Orte. In der Wechselwirkung zwischen ihr und dem Körper ist keine Schwierigkeit; es ist Wirkung von Substanz zu Substanz; und wie die Theile des Körpers sich berühren, geht eine Reihe von Veränderungen von außen nach innen, von innen nach außen. Wie aber die Seele vorstellt, fühlt, strebt, das wird ihr nicht von außen gegeben; alle äußeren Einflüsse sind vielmehr nur Reize, auf welche sie durch Selbsterhaltungen antwortet, die nur in ihrer Natur möglich sind. So läuft die innere Wahrnehmung zwar proportional mit den Anstößen, ist ihnen aber nicht ähnlich. Diese Wechselwirkung ist nicht auf Empfindung und Bewegung beschränkt, auch die Gestaltbildung des Körpers kann von der Seele mitbedingt werden; denn die äußeren Zustände der realen Wesen richten sich nach den inneren; in hohem Maße also auch nach denen der Seele, die am meisten vorgebildete Zusammenhänge mit allen Theilen des Körpers durch die regelmäßige Verbreitung des Nervensystemes besitzt. Trotz dem Allen bleibt doch die Seele ihrem Wesen nach unabhängig vom Körper; durch ihre Unveränderlichkeit als Substanz ist ihr Unsterblichkeit, durch das Gesetz der Trägheit ewiger Besitz früherer Erinnerungen gesichert. Dies sind die Vortheile der Ansicht; sie hängen, genau genommen, wenig mit den metaphysischen Grundlagen

zusammen, deren einige, wie die behauptete Unveränderlichkeit, sogar mit ihnen unverträglich sind. Im Allgemeinen wird aber eine ähnliche Ansicht der Physiologie bis zu einer gewissen Grenze immer nutzen, denn sie giebt anschauliche Vorstellungen und brauchbare Abbreviaturen für den wahren Zusammenhang der Dinge. Jene Grenze aber ist nicht weniger sichtbar, sie wird gezogen durch den metaphysischen Grundsatz der gegenseitigen Beziehungslosigkeit der realen Wesen und durch den Mangel einer andern metaphysischen Grundlage für die Erklärung der Beziehungen, in die sie doch, obwohl gleichgiltig dagegen, gerathen. Man möchte zuerst fragen, ob denn kein Unterschied zwischen Seele und Seele sei; woher die nominalistische Annahme rührt, daß es eine Gattung von Substanzen gebe, deren Wesen nur in dem Vorstellen bestehe? Das große Gewicht, das Herbart auf die Mitwirkung des Körpers und der Erfahrung bei der Ausbildung der Seelen legt, scheint eine ähnliche Fassung zu verrathen; auch sehen wir nie in der Rechnung einen specifischen Coëfficienten, der das Concrete repräsentirte, von dem das Vorstellen ausgeht. Aber diese Meinung würde unerträglich sein. Würde denn wirklich ein Mensch zum Menschen, der Mann zum Manne, das Weib zum Weibe, weil ein reales Wesen den Weg in diese oder jene Complexion anderer realer Wesen gefunden hat, die sich als Keim in den Ovarien eines weiblichen Wesens finden? Wird ein anderes, übrigens gleiches zum Affen, weil der Zufall es in einen Affenkeim führte? Dies ist Herbart schwerlich zuzutrauen; aber er läßt uns im Dunkeln über seine sonstige Ansicht. Denn läge es sonst in der Natur eines realen Wesens, nur in einer bestimmten Organisation sich seinem Begriffe gemäß entwickeln zu können, so ist ihm doch auch diese Rücksicht eigentlich gleichgiltig; es hat genug an seinem Sein, sucht keine Beziehung, keine Entwicklung, kann höchstens in sie hineingerissen werden. Es fehlt aber an einem solchen günstigen Schicksale, das alle realen Wesen grade so führte, wie es ihnen gut wäre. Fragt man also, wie kommt die Seele in den Körper, da es ihr doch ganz gleichgiltig ist, wo sie ist, so ist dies schwer zu beantworten, man müßte denn annehmen, daß ein sich bildender organischer Keim eine irgendwo zufällig befindliche Seele anzöge, indem er Punkt für Punkt in allem Zwischenliegenden innere Zustände erweckt, die allmälig die äußeren ändern, bis es zu einer Bewegung der Seele nach jenem Keime kommt. Genug davon; die Räthsel der Generation sind unlösbar, wenn Seele und Körper so selbstständig gegenüber stehen und die Metaphysik sich sogar jede nothwendige Beziehung der realen Wesen versagt, die ganze Frage nach einer Weltordnung lediglich einem Glauben anheimstellend, dem sie in allen Punkten im Voraus widerspricht. Auch die Unsterblichkeit der Seele nützt nicht viel, wenn sie auf diesen Prinzipien beruht; wir wissen nicht, wie die Seele sich aus dem Gehirne wieder herausarbeitet, innerhalb dessen sie, Substanz gegen Substanz in Wechselwirkung mit dem Körper stand, und was nützte es ihr, herauszugehen, da sie in eine Welt wieder geriethe, in der ihr keine Bahn zu etwas Besserem vorgeschrieben ist, in der vielmehr ein ihr sehr gleichgiltiges Zusammen mit anderen sie vielleicht bald zwingen könnte, mit allen ihren Erinnerungen sich in eine ihr ganz unadäquate Form des Organismus wieder zu versenken? Freilich kann man sagen, daß jede Seele, die einmal menschliches Leben genossen hat, durch ihre Erinnerungen etwas so Anderes geworden sei, daß sie weder in einer niederen, noch in einer zweiten gleichen Organisation mehr festgehalten werden könnte; allein man setzte damit den Charakter der Entwicklung an die Stelle der Unveränderlichkeit.

Wir brechen hiermit ab; denn es würde eine gewisse Ungerechtigkeit darin liegen, mehrere dieser Consequenzen zu ziehen. Sie sind von Herbart nicht gezogen worden und fallen ihm nur insofern zur Last, als man in seiner Metaphysik keinen hinlänglichen Schutz vor ihnen und doch auch keine andere Beantwortung der Frage findet. Allerdings betrifft diese Frage keine Objecte der Erfahrung, wohl aber solche, auf welche die Erfahrung beim ersten Schritte führt, und insofern bedurften wir Aufklärung unserer Begriffe. Herbart's Philosophie, die so fest am Gegebenen haften will, sieht nur einen Theil des Gegebenen. Die Erfahrung zeigt nicht bloß Aggregate realer Wesen, sondern Organismen mit bestimmter Form, nicht bloß diese, sondern eine aufsteigende Stufenreihe derselben; nicht bloß Seelen hier und da, sondern ein Reich der Seelen, sich den verschiedenen Entwicklungsstufen der Organisation anschließend; nicht bloß Seelen dann und wann, sondern für die Beobachtung entstehend und vergehend im Wechsel der Generationen. Um dies Material zu beherrschen, reicht es nicht hin, die Atome anzugeben, aus denen das Alles gemacht werden kann, die realen Wesen, sondern auch die nothwendigen Beziehungen in ein Prinzip der Weltordnung zu vereinigen; denn dadurch allein wird die wirkliche, d. h. die von concreten Formen des Daseins durchdrungene Erfahrung gefunden, während realistische Theorien zu oft nur die allgemeine Möglichkeit der Erscheinungen auf die unwahrscheinlichste Weise construiren.

61. Man kann nicht sagen, daß die idealistische Richtung ebenso deutlich von Hegel, wie die realistische von Herbart, repräsentirt werde; sein System ruht jedoch auf ihr, obwohl es ihre Grundlage etwas verzerrt. Auch für Hegel ist die Idee das Einzige, dem das Prädicat absoluter Realität zukommt, und bei ihm so wenig, als in irgend einer gesunden Philosophie, hat die Form der Realität, für sich zum Reellen als solchen hypostasirt, weitere Bedeutung. Aber der andere Gedanke, daß ihr gegenüber auch Idealität nur die Form eines Inhaltes ist, der durch sie allein nicht gegeben ist, wurde von ihm zuerst wohl übersehen, dann beharrlich geleugnet. Jener Proceß der Reinigung des Gedankens, welcher zuerst den absurden Gedanken der unumstößlichen primitiven Sache oder Sachlichkeit vernichtete, und zeigte, daß nicht Dinge an sich, sondern daß nur Ideen Dinge sein können, wurde so weit fortgesetzt, daß auch aus der Idee jeder concrete Inhalt verschwand, und »die« Idee überhaupt allein übrig blieb; oder er wurde nicht so weit fortgesetzt, um zu bemerken, daß so wenig Sache an sich, so wenig Idee an sich gedacht werden könne. Dieser Mangel wird nicht ersetzt, sondern vergrößert dadurch, daß auf sehr natürliche Weise sich nun an die leere Hülse der Idee der Begriff einer gewissen Realität verstohlen wieder anknüpfte; um die Macht begreifen zu können, die eine inhaltlose Idee über die Welt ausübt, neigt sich der Gedanke wieder dazu, jener Inhaltslosigkeit durch Mitgabe einer wirkenden Kraft zu Hilfe zu kommen, die eigentlich aus der Natur der concreten Idee hätte fließen sollen. Will man nun nicht völlig ungerecht sein gegen das, was Hegel für die Psychologie geleistet hat, so muß man wohl erwägen, daß causale Untersuchungen nie in der Richtung seines Philosophirens lagen, und daß die Absurditäten, die so zahlreich entstehen, wenn man seine Constructionen der Erscheinungen für Angaben ihrer Verwirklichungsweisen ansieht, nur aus einem Mißverstande seiner Ansicht hervorgehen, dessen er sich freilich einige Male selbst schuldig gemacht hat. Ausgegangen von dem festen Grunde, daß die Welt ein Ganzes sei, dessen alle Theile sich als zusammenstimmende Glieder erweisen, und in dem guten

Glauben, in seinem Begriffe der Idee jenes an sich Werthvolle, keines weiteren Beweises Bedürfende, sondern schlechthin Existirende gefunden zu haben, konnte es ihm nur darauf ankommen, alle Thatsachen im Absoluten anzuschauen, d. h. die Bedeutung zu suchen, die sie für die Realisirung jener Idee besitzen, und um welcher willen allein ihr Dasein von derselben gefordert werden oder begründet worden sein kann. In diesem Werthe lag ihm das Wesen der Sache; er entwickelte gewissermaßen das Einzelne nach seinen Folgen, d. h. nach dem Beitrage, den es zur ideellen Bedeutung der Welt giebt, nicht nach der Art, wie es entsteht oder entstanden ist. Ueber das Verhältniß der causalen Entstehung zur dialektischen Construction in's Klare zu kommen, verhinderten ihn zwei Umstände. Erstens die Undeutlichkeit, die wegen der innerlichen Leerheit der absoluten Idee über dem Uebergange von ihr zur wirklichen Natur schwebt; dann der Nachklang jener Ansichten, die dem Ideellen eine gewisse reelle, wuchernde Schöpferkraft zuschrieben, was ihn nicht zu der Ueberzeugung gelangen ließ, daß aus der Idee, ehe von der Mannichfaltigkeit der Erscheinungen die Rede sein kann, erst die allgemeinen abstracten Gesetze zu entwickeln sind, auf denen sie ruhen soll; daß die Idee erst Wahrheit sein muß, ehe sie schöpferisch wird. Seine Logik nimmt zwar den Anlauf zu solchen Gesetzen, aber sie wird sehr bald zur Phantasmagorie von Phänomenen. So erkannte er nicht, daß, wenn es zur Naturphilosophie kommen soll, aus seiner Idee vor Allem wieder die Totalität der mechanischen Gesetze fließen muß, als eine um der eigenen Natur der Idee willen ihr nothwendige, unverbrüchliche Grundlage ihres Schaffens. Abgeneigt aller regressiven empirischen Untersuchung, desorientirt über die Epoche der Naturwissenschaften seit Newton, ging er darauf aus, sogleich einzelne Formen der Naturerscheinungen zu expliciren; versuchte nicht, die Grundregeln des gesammten mechanischen Calcüls auf einmal der Idee abzugewinnen, sondern stückte lieber aus der Idee einige Erklärungen einzelner abgerissener Phänomene ohne Hilfe der Mechanik zusammen. Daraus entstanden die grausenvollen Folgen, die jetzt in seiner Naturphilosophie vorliegen. Diese Dinge tragen nun die Schuld, daß Hegel zuweilen dialektische Entwicklung mit causaler, Postuliren eines Phänomens mit der Construction seines Substrats verwechselte; er würde dem nicht unterlegen haben, wenn er sich deutlicher bewußt gewesen wäre, daß in einer Welt, die auf allgemeinen Gesetzen ruht, die Verwirklichungsweise zweier Erscheinungen oft so verschiedene Mittel erfordert, daß sie weit in dieser Hinsicht differiren, während sie nach ihrem Sinne nächste Glieder in der Entwicklung der Idee sind. Hätte sich freilich die absolute Idee jenes Recht, daß sie gebeut und es da steht, ohne daß Zwischenmittel nöthig sind, für alle Fälle vorbehalten, ohne sich an irgend einem allgemeinen Gesetze ein Hinderniß dieser Allgewalt zu schaffen, wäre sie mit einem Worte nicht eine wirkende, sondern eine hexende Idee, so würde dann natürlich causale Entstehung und dialektische Dependenz überall Hand in Hand gehen. In der Psychologie nun kommt außerdem, wie schon angedeutet wurde, noch dies Zweite in Betracht, daß eigentlich nur Phänomene gefordert werden, aber die Natur ihres Trägers nicht näher bestimmt; Hegel's Aufgabe ist, zu zeigen, welchen Werth und welche Bedeutung die Formen des geistigen Lebens für die Realisirung der Idee haben; wer oder was es ist, an dem diese Lebenserscheinungen stattfinden, die Natur der Seele, ist für ihn kein Gegenstand ernstlicher Nachfrage; es ist natürlich keine Substanz, die unabhängig von der Idee bestände, da aber die Idee selbst keinen Inhalt hat, so läßt sich auch der Seele kein besonderer zuschreiben;

ihr Begriff ist ausgefüllt, wenn man sie als Subject zu diesen Erscheinungen faßt. Wie dies zu thun möglich sei, braucht nicht gezeigt zu werden, denn es ist ewig vergeblich, den Zusammenhang der Momente in der Idee durch Verstandesbegriffe oder Anschauungen zu verdeutlichen. Unter diesen Voraussetzungen läßt sich nun behaupten, daß allerdings Hegel's Psychologie über den beschränkten Kreis von Aufgaben, die sie sich stellt, eine große Menge nicht bloß anregender, sondern genialer Conceptionen zu Tage gefördert hat, und da dieses Gebiet der Frage immer das größte Interesse erregen wird, so wird auch trotz aller sehr fühlbaren Mängel der wissenschaftlichen Ausführung dieser Plan immer mit größtem Gewichte auf unsere Bildung einwirken. Wir können hiervon nur den äußersten Umriß andeuten. Welches auch Natur und Inhalt der absoluten Idee sein mag, nie wird sie diesem ihrem eigenen Begriffe gemäß existiren, wenn nur eine seiende Welt vorhanden wäre, ohne den Genuß des Seins. Ueber alles Sein und Erscheinen strebt daher die Idee in ihrer Entwicklung zum Fürsichsein, und inwiefern dieses Sichselbstbesitzen den Grundzug aller geistigen Organisation ausmacht, der in alle einzelnen Erscheinungen des geistigen Lebens eindringt und sie zu dem macht, was sie sind, insofern ist das Dasein geistigen Lebens überhaupt eine absolute Forderung, welche die Idee stellt; oder die Entwicklung ihres eigenen Begriffes wird uns nothwendig auf diese höchste Form des Daseins führen. Die Psychologie erscheint daher hier nicht als eine vom Zweifel über eine gegebene Thatsache der Erfahrung zu deren Erklärung fortschreitende, empirisch angeregte Wissenschaft, die es auch möglich fände, daß ihr ganzer Gegenstand gar nicht existirte, sondern als Theil einer umfassenderen Weltansicht, welche den Begriff eines Lebenskreises erzeugt, der in der Erfahrung nur seine Bestätigung findet. Wie die Idee vom Sein zum Genuß des Seins, so schreitet auch innerhalb der Psychologie die dialektische Entwicklung der einzelnen Ausbildungsstufen des Geistes vom unmittelbaren Dasein der früheren zu deren Genuß und Verwendung zu höheren, vom Befangensein in ihnen zum Bewußtsein über sie fort, so daß die treibende Aufgabe des Geistes ist, Nichts bloß zu sein, oder für andere zu sein, sondern jede Form seines Daseins zum Gegenstande eines sich in sich zurücknehmenden Genusses des Wissens zu machen. Hierdurch dehnt sich die Betrachtung, nicht von der Seele als Substrat, sondern als Phänomenologie von den nothwendigen Formen des Seelenlebens sprechend, über die Grenzen der persönlichen Psychologie aus; was in dem einzelnen subjectiven Geiste nicht realisirt werden kann, wird ausgeprägt und verwirklicht in der Gestalt des allgemeinen objectiven Geistes, der die Gesellschaft verbindet, und die Zerstreutheit dieser Lebendigkeit soll wenigstens, wenn es auch mißlingt, in dem absoluten Geiste eine Vereinigung finden, die wohl nur zu erreichen ist, wenn der phänomenologische Gang der Betrachtung zur Untersuchung des die Erscheinungen tragenden Subjectes überlenkt. Daß nun solche Ansichten, so geistreich sie ausgefallen sind, nicht alle Aufgaben lösen, ist schon bemerkt; das Seelenleben besteht nicht in einer Reihenfolge von Erscheinungen, deren jede immediat von einem Momente der Idee abhinge; nur in diesem Falle aber könnte neben der Interpretation des Sinnes die Aufgabe einer mechanischen Psychologie ganz verschwinden. Nur die Principien des Wirkens können hier als unmittelbare Ausflüsse der Idee betrachtet werden, und so bliebe für Hegel das Problem übrig, zu zeigen, wie aus der Idee des Geistes sich mit Nothwendigkeit als abstracte Grundlage seiner inneren Ereignisse die Gesetze des psychischen Mechanismus nieder-

schlagen. Er hat es so wenig gelöst, als das analoge in der Naturphilosophie, und so bietet seine Psychologie die unerquickliche Seite, nur das ästhetische, aber kein praktisches Bedürfniß der Erklärung zu befriedigen; sie führt uns die Reihe der Wunder, die das Seelenleben bilden, in großen Verhältnissen vor, aber läßt Physiologie, Pädagogik, Psychologie rathlos, die alle wissen wollen, wodurch die psychischen Phänomene bedingt und bewirkt werden, damit man auf den Grund dieser Kenntniß auf sie einwirken könne. Was endlich nun jene Fragen unseres sechsten Abschnittes betrifft, wie der allgemeine Zusammenhang des geistigen Lebens mit der concreten Naturordnung zu denken sei, so ist auch über sie eine deutliche und befriedigende Auskunft bei Hegel nicht zu finden. So wie andere Systeme durch den Ausspruch, daß alles Räumlichzeitliche eben nur Erscheinung des wahren Wesens der Dinge sei, ein Aversionalquantum entrichtet zu haben glauben, welches der Stellung jeder bestimmteren Frage über die Art dieses Zusammenhanges vorbeugt, so machen auch bei Hegel zwei durch Alles sich hindurchziehende ähnliche Gedanken die Antwort unmöglich. Zuerst die Verurtheilung der Natur als bloßer Aeußerlichkeit der Idee, ein Ausdruck, der jede Bestimmtheit in der Fassung des Verhältnisses zwischen beiden ausschließt, und leider nicht bloßer flüchtiger Ausdruck geblieben ist, daneben aber jene absolute Autokratie der Idee, die in jedem Augenblicke das unmittelbar Schaffende, Erhaltende, Leitende ist; eine Gewöhnung der Gedanken, die, indem sie überall die letzte und höchste Ursache an die Stelle der nächsten abgeleiteten Bedingungen setzt, die nützliche Beantwortung jeder mechanischen Frage hintertreibt. Und dieser Tadel fällt nicht allein auf Hegel, sondern auf eine sehr ausgebreitete Schule, die von der allerdings vollkommen richtigen Erkenntniß, daß die Welt nicht in letzter Instanz auf absolutem Mechanismus beruhen könne, ausgehend, sich zum Schaden aller Wissenschaft kopfüber in jene Träume stürzte, denen in jedem geringfügigen Ereigniß die persönliche nicht bloß formbestimmende, sondern auch formerzeugende Gegenwart der absoluten Idee erscheint. Vergleichen wir, was die gewöhnliche Ansicht in jenen Problemen Räthselhaftes findet, und was die speculative Auffassung als Lösung darbietet. Man hat zuerst Gründe gefunden, Körper und Seele zu trennen und sie einander scharf gegenüberzustellen; schon hier giebt indessen die gewöhnliche Ansicht zu, daß dieser Gegensatz nicht so unüberwindlich ist, um beide als zwei Sorten von Substanzen behandeln zu können, die höchstens in der gleichzeitigen Erschaffung durch einen höheren Geist etwas Gemeinsames hätten. Sie giebt dies zu, weil sich ihr der Begriff der Materie unter den Händen auflöst, und sie ihn entweder atomistisch als den Begriff eines Systemes realer Wesen fassen muß, zu dessen äußerer Erscheinungsweise für uns räumliche Ausdehnung gehört, während die inneren Zustände der realen Wesen denen der Seele sehr ähnlich, wenigstens nicht nothwendig mit ihnen disparat sind. Oder sie kann auch, wenn sie weiß, wie dies zu rechtfertigen ist, Materie als stetig theilbare Erscheinung eines an sich einigen Wesens zu fassen suchen. Aber dabei bleibt sie stehen, daß die Seele jederzeit ein Individuelles, mit jener materiellen Erscheinung nie zu ein Wesen Verschmelzendes sei, ihre einzige Sehnsucht ist, daß es in einer Weltansicht irgend eine Wurzel gebe, aus der beide zu begreifen sind, und zugleich ihr gegenseitiges Verhältniß. Dies Verhältniß wird sie sich als nach allgemeinen Gesetzen geregelt denken und den lebendigen Organismus als ein Ganzes betrachten, das entstanden aus Theilen der mechanischen Natur, auch seine Theile wieder in sie zurückgehen läßt, und welches mit der

Seele selbst nur nach irgend welchen mechanischen Gesichtspunkten in Wechselwirkung treten kann. Auf der Grundlage solcher Voraussetzungen wirft nun diese Ansicht jene vielfach berührten Fragen auf, wie die von den hier getadelten Systemen richtig erkannte Bedeutsamkeit des geistigen Lebens sich mit dem Naturgange vereinigen lasse. Und darauf antworten jene speculativen Träume, indem sie eben die eigenthümliche Berechtigung dieses Naturganges leugnen. Körper und Seele sind ihnen Eins; ein ideal-reales Absolute bringt im Laufe seiner Verwirklichung nicht bloß die endlichen Geister hervor, sondern wie es immer zugleich Reelles ist, entwickelt es sich zugleich in einer materiellen Form, die nicht ein Zweites, sondern dasselbe ist, wie der Geist, nur dasjenige materiell, was jener ideell ist. Das geistige Wesen und die körperliche Erscheinung stehen einander nicht gegenüber wie zwei verschiedene Dinge, deren eines nur das Instrument für das andere wäre, sondern in dem Leiblichen ist das Geistige völlig immanent, ohne den Körper würde der Geist ein unwirklicher Schatten sein. Solche Aussprüche, welche Organismus und Seelenleben ganz und gar zusammenfallen lassen, würden Jemanden, der empirisch noch gar nichts vom Leben wüßte, auf den Gedanken bringen, daß jedes lebendige Geschöpf in heiterer Luft sich plötzlich aus Nichts krystallisirte, und wenn es verginge, spurlos wieder in das Nichts verschwände; dann allein ließe sich mit dieser schaffenden Idee eine Vorstellung verbinden, denn es liegt offenbar in dieser Ansicht, daß das organische Individuum zu seiner Existenz keine Voraussetzungen natürlicher Art, sondern bloß das Gebot der Idee brauche. Wie aber, wenn der lebendige Leib einzelne seiner Glieder einbüßt und nicht nur selbst zu leben fortfährt, sondern wenn auch die Bestandtheile der verwesenden Gebilde mit ihren Wirkungen sich durch die ganze äußere Natur verbreiten? Wie, wenn diese Grundlage des Körpers, die mit der Seele so identisch ist, durch die Nahrung auf allen Feldern der schon bestehenden Natur zusammengesucht wird und selbst während des Lebens in ewigem Wechsel begriffen ist; wie, wenn überhaupt nur in Processen der Generation die Entstehung der Seele für unsere Beobachtung stattfindet? Dann, wenn dies Alles ist, antworten wir, kommen diese Theorien nichts weniger als in Verlegenheit. Denn erstens zeigen sie sogleich, wie es eben für die Idee, die Bestimmung des geistigen Lebens nothwendig ist, daß diese Abhängigkeit des endlichen Geistes vom Processe der Gattung u. s. w., stattfinde; und da es grade das eigenthümliche, von uns gern zugestandene Verdienst dieser Ansichten ist, lebhaften Sinn zu haben für die gewaltige ästhetische und speculative B e d e u t s a m k e i t dieser Verhältnisse, so eröffnet sich ihnen hierbei allemal die beste Gelegenheit, durch sehr schätzenswerthe, geistreiche, oft in der That erhebende Gedanken uns eine Frage zu beantworten, die wir gar nicht gestellt hatten. Dann aber führen sie, um doch etwas auf unsere Zweifel einzugehen, an, es folge aus dem Begriffe und der immanenten Entwicklungsweise der Idee, daß, wo der Naturlauf eine organisirte Schöpfung hervorbringe, sich damit, als mit der reellen Seite eines ihrer Momente, auch die ideelle, nie von ihr trennbar, verknüpfe, daß sie ebenso mit ihrer Zertrümmerung verschwinde, daß überall ferner mit diesem bestimmten Naturgeschöpfe auch nur diese bestimmte Seele verbunden sein könne, die s e i n e ideale Bedeutung ausmache; d. h. mit anderen Worten: e s l i e g t n u n e i n m a l i m L a u f e d e r D i n g e, daß Körper und Seele zusammen in passender Verbindung vorkommen und sich entwickeln. Und diese Auskunft ist denn ganz natürlich in einer Ansicht, welche alle solche Thatsachen durch die Vorerklärung eines in jedem einzelnen

falls passenden Zusammenstimmens des Idealen und Realen vorwegnimmt, und das Verhältniß zwischen beiden, dessen Feststellung eines der philosophischen Probleme ist, durch den flachen Gedanken einer ursprünglichen, absoluten *Identität* beider erschöpfend auszudrücken meint. Und hierbei ist das Widrigste dies, daß in dieser Verkehrtheit keineswegs baarer Unsinn steckt, sondern daß sie jederzeit auf die Güte eines Instrumentes pochen kann, ohne einzusehen, daß sie es nicht zu führen versteht; ein solches ist diese Zusammenstimmung des Ideellen und Reellen allerdings, wo sie am Platze ist. Ich will mich hiermit nicht länger herumschlagen. Alle diese Ansichten schweben wie leichte Wölkchen, glänzend allerdings von tiefen Ahnungen beleuchtet, in einer sicheren Höhe über allen den dornigen Verwicklungen, welche die Probleme unten darbieten; kommt man hier nicht fort, so mag man sich an ihrem Anblicke trösten und erheben; aber den Weg durch das Gestrüpp hindurch weisen sie nicht, sondern nur einen der Resignation darüber hinaus.

62. Vorhandene Ansichten, deren Kenntniß man voraussetzen kann, sind kürzer kritisch zu überblicken, als eigne noch unbekannte anzudeuten. Ich muß mich daher begnügen, einige vielleicht für sich verständliche Punkte anzuführen, die Ziel und Weg der psychologischen Untersuchungen bezeichnen sollen, im Geiste der Ansicht, die ich im Allgemeinen die idealistische nannte. Nicht die Idee überhaupt, sondern die concrete Idee, deren Inhalt der höchste und absolute Werth ist, bildet für uns das Letzte und nicht weiter Abzuleitende; selbst der arme und unentwickelte Gedanke des *Empedokles*, der Liebe und Haß als Principien des Geschehens faßte, scheint uns insofern Vorahnung einer besseren Wahrheit, als er im Gegensatze zu nihilistischem Idealismus eine concrete inhaltvolle Idee an die Spitze stellte. Unnöthig ist es für unseren Zweck, sowohl den Inhalt der Idee zu bestimmen, den man Seligkeit, Liebe, Heiligkeit nennen mag, als auch die Gestalt der Existenz, in der derselbe vorausgesetzt werden muß, ob in einem höchsten persönlichen Subject concentrirt, ob, wie die angeführten Systeme lieber wollen würden, als diffuse, unpersönliche Idee das All durchdringend. Die Beantwortung dieser schwierigen Fragen ist hier deswegen völlig gleichgiltig, weil wir zunächst nur phänomenologisch aus dem Inhalte dieser Idee nothwendige Formen des Daseins und Geschehens entwickeln wollen, die Frage aber, wie diesen Postulaten die Wirklichkeit zukommt, allenthalben, wo es sich um das Einfachste handelt, thöricht ist; denn nur das bedingte Sein des Einzelnen hat eine Entstehungsgeschichte; die Existenz des zu Grunde liegenden Reiches der Wesen und Gesetze folgt ohne Zwischenmechanismus aus den Geboten der Idee selbst und theilt ihre ursprüngliche Realität und Wirklichkeit. Nicht das mithin ist die Frage, wie Sein und Wirklichkeit gemacht wird, denn es wird nicht gemacht; nur darum handelt es sich, welcherlei Wesen und Gesetzen diese unerklärliche Wirklichkeit wegen des Inhaltes der sie begründenden Idee zukommen muß. Hier würde nun die Philosophie zuerst zu zeigen haben, daß eben das innerlichste Wesen jener Idee nie seinem eigenen Begriffe gemäß gedacht werden würde, wenn wir in ihm nicht sogleich den Trieb voraussetzten, allein seinen weiteren Entwicklungen ein Reich absoluter, nie erschütterter, nie übertretener Gesetze zu Grunde zu legen, sich überhaupt zuerst einen Boden der Wahrheit zu schaffen, welcher der innerlichen Freiheit seines Schaffens Schranken setzt. Man ist gewohnt, in der Metaphysik solche absolute, nicht hinweg, und nicht anders zu denkende Gesetze aufzustellen, denen der Lauf der Dinge folgen muß, man betrachtet sie aber häufig als eine blinde für sich bestehende Nothwendigkeit, einen fremden durch ein unbedingtes Schicksal gegebenen Bedin-

gangskreis, in dessen unabwendbare Gewalt sich der höchste concrete Inhalt der schaffenden Idee fügen muß. Wir substituiren dieser Ansicht die andere, daß es nicht zuerst nothwendige conditiones sine quibus non giebt, und daß dann erst das Seiende auf sie von einer inhaltvollen Idee erbaut werde; daß vielmehr diese Idee, um das zu sein, was sie ist, selbst diese abstractesten Gesetze aus ihrem eigenen Wesen sich niederschlagen läßt, als die in allen ihren späteren Productionen erkennbare, unverbrüchliche Basis, auf der allein sie ihren eigenen Begriff bewähren kann. Daß aber überhaupt die Idee nicht ruhendes Sein, sondern Entwicklung ist, ein Zug, der die Unerläßlichkeit jener Welt der Gesetze hervorbringt, beruht nicht minder in dem Inhalte ihres Wesens, der nicht in Ruhe, sondern nur in Entwicklung und lebendigem Werden das sein kann, was er ist, obwohl er nicht, wie man es mißverstanden hat, durch sie ist, was er ist. Alles Werthvolle, Gutes und Schönes hat sein Dasein nur in Beziehungen, in Handlungen, in Entwicklung, aber freilich sind die letzteren nur die nothwendigen Formen für diesen Gehalt, nicht er selbst. Unter jenen Formen des Zusammenhanges nun, welche den Dingen, sofern sie Verwirklichungen der Idee sein sollen, grade durch den Inhalt dieser Idee selbst vorgezeichnet werden, ist eine die hauptsächliche, alle anderen als Momente in sich aufhebende oder als weitere Entwicklungen begründende, nämlich die des teleologischen Nexus. Die Idee, behauptet sie, eben weil sie nicht der Gedanke eines ruhenden, absoluten Seins, wie etwa bei den Eleaten, sondern weil sie concrete, werthvolle Idee ist, kann auch nicht mit ihrem ewigen unvermittelten Dasein sich begnügen, sondern muß sich selbst zum wiederzugewinnenden Ziele einer Entwicklung machen, eine innere Unruhe des absoluten Grundes, die unmotivirt, wie bei Hegel, angenommen, höchstens wie eine Krankheit des Absoluten erscheint, aus der freilich die Perle der Welt hervorgeht. Sie muß aber ferner auch, um das zu sein, was sie ist, sich selbst in den allgemeinen, abstracten, für jeden bestimmten einzelnen Erfolg gleichgiltigen Gesetzen der Welt Widerstände schaffen, die sie nur überwindet, indem sie zugleich eine concrete Welt des relativ Realen setzt, das auf den Grund dieser Gesetze hin combinirt und zusammenwirkend, die der Idee entsprechenden Gestalten als letzte Resultate hervorgehen läßt. Diese Nothwendigkeit des teleologischen Zusammenhanges, in welchem causale Wirkungsweise nach allgemeinen Gesetzen, also die Idee des Mechanismus in weitester Bedeutung das größte Gewicht erhält, ist bei Hegel fast völlig durch eine luxuriirende Lebenskraft des Absoluten verdrängt, die keiner Gesetzlichkeit mehr offen steht; und doch hätte Hegel in seiner Sinnesart Grund genug gefunden, die wesentliche Bedeutung dieses retardirenden Motivs hier ebensowohl wie in dem Geiste der Kunst zu verstehen. Der Mechanismus ist daher das Verhängniß der Welt, aber kein fremdes, sondern eine Last, ein Kreuz, welches die Idee ihrer eigenen Natur gemäß auf sich nehmen muß, und das außer ihrer Natur weder ein ewiges Dasein an sich, noch irgend eine andere Begründung hat.

63. Fügen wir nun einen andern Punkt hinzu. Ein wissenschaftliches Lehrgebäude, wie das System der mathematischen Wahrheiten, enthält eine Menge einzelner Sätze, die in den mannichfaltigsten Abstufungen näherer oder entfernterer Abhängigkeit sich um ein Princip gruppiren und untereinander eine noch vielfältigere Menge von Verwandtschaften der Coordination und der mannichfachsten Grade der Verschiedenheit zeigen. Eine eben so reiche und vielgegliederte Organisation müssen wir jener Welt zuschreiben, die durch den Inhalt der Idee als ihr vollständiger Ausdruck gefordert wird; auch in

ihr werden nicht nur zahllose Abstufungen der Abhängigkeit, sondern auch des Wathes vorkommen; dennoch können wir diese ganze Welt, sowie jenes Lehrgebäude, in ihrem innersten Wesen, d. h. in ihrem ästhetischen Werthe auffassen, ohne noch die Formen des Raumes und der Zeit mit einzumengen, sowie wir auch die Verwandtschaft und die innere Bedingtheit der Melodien unter einander als die simultane Organisation eines Kunstwerkes später uns vorstellen können, obwohl seine wirkliche Wahrnehmung nur in einer successiven Entwicklung stattfindet. Der wahre wesentliche Gehalt der Welt ist abtrennbar von dieser Form der natürlichen Aeußerlichkeit, wenigstens, wenn wir uns für die Deutlichkeit dieser kurzen Andeutungen darauf beschränken wollen, von der des Raumes. Es ist zwar nicht völlig richtig, indessen aus demselben Grunde für unsern Zweck dienlich, wenn wir analog der Kantischen Ansicht, Räumlichkeit als eine Auffassungsform jeder erkennenden Subjectivität fassen, nur daß aus obigem Vergleiche die Art ersichtlich ist, wie die mannichfaltigen Beziehungen, die zwischen den Wesen obwalten, ihnen ihre bestimmten Oerter auch in dieser Anschauung anweisen. Die Seele nun betrachten wir als eine jener Realitäten, die von der absoluten Idee als wesentliche Glieder ihrer eigenen Entwicklung gefordert werden; erschöpfbar ihrem Inhalte nach nur durch eine in theoretischen Begriffen unausdrückbare ästhetische Idee, wird jede Seele nur den Grad der Realität besitzen, der ihr um ihrer Bedeutung im Ganzen der Welt willen zukommt, und weit entfernt, daß sie als absolut reales Wesen nach einem Rechte der Natur Unsterblichkeit verlangen könnte, hat sie die Bestimmung ihrer Schicksale nur von einer ethischen Weltordnung zu erwarten. Obwohl aber die höchste der realen Gestalten, welche die ewige Idee verlangt, findet doch die Seele den nach allgemeinen Gesetzen geordneten Naturgang schon vor, auf dessen unverbrüchlicher Basis allein jene die Entwicklung ihrer weiteren Entfaltungen begründet hat; was ihr mithin zu empfangen, zu leiden und zu thun vergönnt ist, kann ihr nur noch gewährt werden, so weit sie mit natürlichen Mitteln im Gange natürlicher Wirkungen sich geltend zu machen weiß; sie wird nicht als Seele allein, sondern als beseelter Organismus leben. Zweierlei bemerken wir hierüber. Nicht das, was dem inneren Wesen der Seele allein angehört, jene allgemeinen Weisen ihres Lebens und ihrer Reaction gegen äußere Einflüsse, soll materialistisch ihr durch die Organisation gegeben werden, sondern nur die Fähigkeit, dies innere Wesen in Uebereinstimmung mit dem ihr fremden Gange natürlicher Ereignisse wirken zu lassen, das Aeußere zu gewahren, nach ihm hinaus zu handeln. Die Organisation ist insofern nicht ein neue Fähigkeiten erzeugendes, sondern ein einschränkendes Princip. In einer Welt, deren beherrschende Idee sich nicht dem Verhängnisse ihrer eigenen Verwirklichung durch den Mechanismus eines Naturganges hingegeben hätte, wäre unmittelbares, Alles durchdringendes Wissen und allmächtiges mittelloses Gebieten denkbar, so wie wir es dem ewigen Wesen Gottes zuschreiben; von solcher Natur ist an sich die Seele, und die Organisation verschafft ihr nicht ein Wissen und eine Kraft des Wirkens, sondern schränkt beides auf den Leib, als den Mikrokosmus ein, in welchem gebietend, die Seele allem Aeußeren nur nach Gesetzen des Zusammenhanges der Dinge verwandt ist. Wir haben früher gesehen, wie Ansichten, denen die abstracte Möglichkeit allein etwas, die Begrenzung der Möglichkeiten durch eine durchdringende Weltordnung nichts galt, dieses überall sich hervordrängende unmittelbare Wissen und Wirken zur Annahme phantastischer Verknüpfungen der Wesen unter einander bemühten, welche zwar zwischen ihnen als Erzeugnissen der Idee denkbar sind,

aber durch den Geist der Naturordnung ewig verneint werden. Wir betrachten mithin den Körper zwar als Organ der Seele, zugleich aber als retardirendes Gewicht, das sie im Gebiete der Endlichkeit reifen und die Frucht der Entwicklung nicht voreilig pflücken läßt. Das Zweite ist, daß Seele und Körper uns auch hier geschieden bleiben, und daß das, was sie sind, in keine Identität zusammengeht, außer der gemeinschaftlichen Wurzel, die sie in dem höchsten Weltinhalte haben. Das Verhältniß des Idealen zum Realen ist in der Natur nie ein Identitätsverhältniß, sondern stets ein teleologisches. Die gesammte Natur hat nicht Bilder des Uebersinnlichen zu liefern, sondern Mittel seiner Realisirung; auch der organische Körper ist wesentlich nur solches Mittel. Hiermit ist nicht geleugnet, daß nicht eine ästhetische Bedeutsamkeit auch ihm zukäme, noch abgesehen von der mechanischen Kraft oder den empfindsamen Organen, die er der Bestimmung des Geistes zu Gebote stellt; vielmehr ist die Aeußerung des innerlichen Geistes auch hier die Bedeutung der Erscheinung. Allein man faßt den Gedanken der Erscheinung im Allgemeinen viel zu oberflächlich, wenn man nichts in ihr sieht, als ein idem per aliud, ein Spiegelbild, das die abstracten Formen des Zusammenhanges im Inneren durch eben solche Formen des Aeußeren darstellen sollte; sie ist vielmehr jederzeit zugleich ein unvermeidliches Mittel der Realisirung des Zweckes, und hierin allein besteht ihre Bedeutung für das Wesen, dem sie nothwendig ist. Kein Maler wird je auf den Einfall kommen, Geist oder Dummheit eines Charakters durch einen Zug ausdrücken zu wollen, der an sich, überall, wo er in der Natur vorkäme, Geist oder Dummheit bedeutete; Jeder weiß, daß ein Zug nur bedeutsam wird, sofern er als Mittel zur Ausführung einer That durch seine Ausbildung die Intensität und Richtung der geistigen Kräfte zeigt, aller physiognomische Ausdruck, alle Schönheit ist nur unter der Voraussetzung des Verständnisses einer organischen Gestalt möglich; dieses allein lehrt uns die Theile als Mittel zu Zwecken kennen. Die Erscheinung eines Idealen in dem Realen ist die Sammlung und gelenkige Concentration aller der Gestalten und Kräfte, die ihm in der bestehenden Naturordnung Macht geben, sich völlig seinem Begriffe gemäß zu entwickeln; in dieser außerordentlichen Harmonie liegt der Grund, warum wir Seele und Körper gern zu einem ästhetischen Ganzen verschmelzen möchten. Betrachtungen dagegen, die mit nüchternem Parallelismus den Körper den Affen des Geistes sein lassen und ihm einen Stoffwechsel geben, weil die Gedanken wechseln, ein Arterien-, Venen- und Lymphgefäßsystem, weil auch aus centrifugalen Handlungen, centripetalen Empfindungen und einer hin- und herwogenden Verdauung der Gedanken der Kreislauf der geistigen Ereignisse immer neu erwächst, oder die mit drei Nervengattungen die drei Hauptsphären der Seelenthätigkeit umsäumen, mögen sich der einen schaffenden Kraft immerhin erfreuen, die mit einem Schlage so seltsame Harmonien des Idealen und Realen erklingen läßt. — Die Entwicklung der organischen Körper aus einander hat auch das Leben der Seelen an den Proceß der Gattung geknüpft. Wir übergehen die ideale Bedeutung dieser Thatsache, die mit ihrem ungeheuren Gewichte alle Schicksale und Verhältnisse des Lebens durchdringt und mit deren Hinwegnahme uns das menschliche Geschlecht mit all dem Dichten und Trachten seiner Geschichte unverständlich sein würde, wie ein Traum. Wir haben hier nur jene physiologischen Schwierigkeiten der Generation zu betrachten, zu deren Hinwegräumung Systeme der Einschachtelung, der Epigenese, des Traducianismus ohne Noth erfunden worden sind. Was unräumlich ist, ist jedem Punkte des Raumes eben so nahe, wie jedem andern, so lange es beziehungslos ist; es hat

ein Motiv an einem Orte zu sein, wenn Beziehungen ihm denselben anweisen. Nicht, als wäre es an diesem Orte des Raumes, der selbst nicht ist, aber in dem Systeme der Erscheinungen, das auf der Form der Räumlichkeit ruht, hat es nicht minder eine bestimmte Stelle, als alles andere Reale, das an sich eben so unräumlich, durch seine inneren Beziehungen unter einander bewegt und entwickelt, das Schauspiel der veränderlichen Raumwelt entfaltet. Hat das dem scheinbaren Naturlaufe dieser Welt zu Grunde liegende wahre Geschehen die Bedingungen vollständig entwickelt, die die Erscheinung eines organischen Körpers darstellen, so hat es zugleich auch die zwingende Bedingung gesetzt, die die Seele nöthigt, innerhalb dieser Organisation zu wirken und zu erscheinen; beides wird nie getrennt sein, sobald der Naturlauf seine Schuldigkeit that und nicht in verfehlte Producte sich verlief. Es ist nun schwer, sich hier eines sehr nahe liegenden Irrthumes zu entschlagen; man wundert sich nämlich sogleich noch einmal, wie nur, wenn es auch so sein soll, doch die Seele wirklich in den Körper gelange, d. h. man setzt voraus, daß ein unräumliches Wesen einen gewissen Weg mit allerhand Mühseligkeiten überstehen müsse, um aus dem Gebiete des Unräumlichen in den Raum zu gelangen, und daß noch seltsamer es sei, wie es in der Unendlichkeit desselben den kleinen Punkt finde, an dem der Mechanismus der Natur ihm den Keim seiner Organisation niedergelegt hat. Der erste Theil des Irrthums nun ist, nachdem er aufgedeckt ist, wohl so deutlich, daß er keine Widerlegung verlangt; und mit ihm fällt auch der zweite, weil kein Verstand sich eine Vorstellung von der Möglichkeit jenes Irrthums machen kann. Zu sagen nun, welches der Zustand der Seele vor diesem Punkte, welches der spätere nach dem Tode sein wird, ist nicht meine Aufgabe; die physiologische Psychologie hat nur die Probleme aufzuhellen, welche der Beantwortung dieser Fragen durch eine Wissenschaft von ethischem Charakter Hindernisse in den Weg zu legen drohen. Nur eine Erscheinung ist noch übrig; die auffällige Theilbarkeit niederer Thiere mit selbstständiger psychischer Entwicklung der Theilstücke. Sollen wir mit einigen Franzosen behaupten, dergleichen Thiere seien Maschinen mit Reflexbewegungen, die sich so oft vervielfältigen können, als die physiologische Regeneration die Stücke zu Ganzen ausbildet? Gewiß nicht; obwohl der Werth ihres Seelenlebens nicht bedeutend sein mag. Die Thatsache selbst kommt am meisten bei Thieren vor, deren normale Fortpflanzungsart die durch Theilung ist; sie fiele insofern unter die vorige Erklärung, und man würde wissen mögen, durch welcherlei Schnitte und wie oft überhaupt diese Theilung bewirkt werden kann. Andere pflanzen sich nicht normal durch Theilung fort; allein die Arten der Zeugung sind hier so vielfach in einander laufend, daß wir uns die Verhältnisse, ähnlich wie bei den Pflanzen, denken können, so daß sehr viele an Structur gleiche Theile dasselbe Recht haben, eine Seele mit sich zu verknüpfen, und man könnte die mechanische Theilung als eine künstlich beschleunigte Fortpflanzung ansehen. Dies läuft, nur in idealistischer Weise der Auffassung, ziemlich auf die realistische Ansicht Herbart's hinaus, daß in jenen niederen Thieren überhaupt nicht bloß eine, sondern viele Seelen sind; eine Betrachtungsweise, die sich für diesen Fall durch die sehr nahestehende Erscheinung der Korallencolonien wahrscheinlich macht. Soll ich endlich denen, die sich für eine pantheistisch die Welt durchwogende, gewissermaßen continuirliche Idee oder Kraft interessiren, gefällig sein, so will ich noch andeuten, daß man sich allerdings wohl eine Vorstellung von einem Wesen machen kann, das eines ist, während seine Erscheinungen für unsere Betrachtung mannichfache Individualitäten scheinen. Theilen wir

einen räumlichen Schein, so liegt das Wesen nicht wie eine entsprechende Glastafel dahinter, in welche die Theilstriche ritzten; es wird gar nicht getroffen. Die Zerstreuung seiner Theile an verschiedene Orte wird nur das Ganze seiner Beziehungen zu den übrigen Wesen ändern und dieser Vielfältigkeit seiner Verhältnisse wird die Vielköpfigkeit seiner Erscheinung entsprechen. Wer diese Vorstellung hier möglich findet, mag sie sich als ein substantielles Band, als eine Collectivpersönlichkeit denken, die in allen diesen theilbaren Organismen lebt und denselben Grad von Persönlichkeit oder vielmehr Unpersönlichkeit behält, mag man die Punkte ihrer Erscheinung vervielfältigen, wie man will. Das ganze Interesse dieser Abhandlung lag in der Betrachtung menschlicher Natur; daß wir in der Psychologie des Thierreiches, bei der Charakteristik von Entwicklungen, die unseren Zuständen so ganz unvergleichbar sind, auf scheinbar so widersprechende Begriffe, wie jene, kommen, will ich nicht leugnen; aber hierauf weiter einzugehen, hindert die Rücksicht auf die große Frist, um welche dieses Unternehmen das Ende meiner Arbeit hinausrücken würde.

Eine vollständige Psychologie müßte folgende Aufgaben sich stellen und lösen: 1) Eine dialektische Ableitung der Phänomene des Seelenlebens und eine Interpretation ihrer idealen Bedeutung für die Gesammtheit des Sinnes der Welt. 2) Eine zugleich empirische, zugleich speculativ auslegende Betrachtung über die Entwicklungsstufen des Seelenlebens in der Thierwelt und dem menschlichen Geschlechte, zugleich mit Beantwortung der Frage nach den Grenzen des Reiches der Seele, verbunden. Man würde zu untersuchen haben, ob überhaupt ein Reales denkbar sei, dessen innere Natur nicht wesentlich psychisch wäre, so daß vielleicht alle Natur nur die äußerliche mechanische Gestaltung eines Reiches der Seelen und die concreten Gesetze der Natur aus dem Wesen psychischer Wirkungen ableitbar würden. 3) Eine Darstellung der physikalischen und mechanischen Verhältnisse, an welche das Leben der Seele in unserer Beobachtung gebunden ist, Physiologie der Seele. 4) Eine Nachweisung, wie aus dem wesentlichen Inhalte der Idee jeder Seele die specifischen, für sie überall giltigen Gesetze ihrer Wirkungen folgen; die Grundlegung einer Mechanik des geistigen Lebens, von der wenigstens zweifelhaft ist, ob sie für alle Geschöpfe die nämliche und nicht wenigstens durch bedeutend einwirkende specifische Coëfficienten verschieden sein würde. 5) Eine Psychologie der Individualitäten, die bisher den Werken der Dichter überlassen blieb. 6) Eine nur mit Hilfe der höchsten Theile der Philosophie zu erreichende Begründung unserer Ahnungen über das Schicksal der Seelen im Ganzen der Welt. Von diesen Aufgaben ist nur die dritte der Gegenstand dieser Abhandlung gewesen; was ihr außerdem beigefügt wurde, hat nur Entschuldigung zu hoffen, sofern es zur Aufklärung des Uebrigen beitrug, muß sich aber dem Tadel entziehen, nicht mehr gesagt zu haben, als an gegenwärtigem Orte seine Pflicht war [1]).

---

[1]) Ist es mir möglich, einen mir noch aufgetragenen Artikel über Methodologie und Aufgaben der allgemeinen Physiologie auszuführen, so werde ich darin durch möglichst vollständige Besprechung der hier kurz berührten naturphilosophischen Verhältnisse die bisher von mir gelieferten Artikel zu einem Ganzen abzurunden suchen.

Hermann Lotze.

Sehen.

I. Allgemeine Vorbemerkungen.

Wir sehen bei hinreichendem Lichte die Dinge in ihren eigenthümlichen Formen und Farben und sehen bei mangelndem Lichte dies Alles nicht, sondern empfinden nur die Finsterniß, welche, nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, uns umgiebt. Dieser Ausdruck ist insofern unpassend, als die Finsterniß weder selbst ein Ding, noch eine Eigenschaft der Dinge sein kann. Wenn wir bei Tage die Augen schließen, so verschwindet das erleuchtete Gesichtsfeld und macht einem Schattenfelde Platz, welches der Gestalt und Lage nach ihm gleich kommt. Wenn in Folge von Apoplexie Halbsichtigkeit eintritt, so wird nicht nur das Sehfeld im Hellen um die Hälfte kleiner, sondern auch das Schattenfeld im Dunkeln, wir erblinden also, wie für das Licht, so auch für die Finsterniß. Demnach ist absolute Dunkelheit nicht Negation des Sehens, sondern ein Sehen eigener Art, sie beruht auf einer Gesichtsempfindung, in welcher das Sehorgan, bei Abwesenheit des Lichtreizes innerlich fortlebt.

Auch Licht und Farben, nämlich so weit wir sie durch den Gesichtssinn kennen, sind lediglich Producte der organischen Thätigkeit unseres Auges, nicht Qualitäten der Außenwelt. Zwar haben dieselben einen objectiven Grund, denn das Licht ist ein Agens, welches das Blattgrün entwickelt, welches das salpetersaure Silber zersetzt u. s. w.; aber ihr Objectives, die Oscillationen des Aethers, ist dem Lichte, welches wir sehen, gar nicht vergleichbar, und was wir als empfindende Wesen Licht und Farbe nennen: das Rothe, Blaue, Gelbe u. s. w., dies Alles sind Schöpfungen des Auges, und würden ohne dasselbe gar nicht existiren.

Der Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht ist leicht zu führen. Licht und Farbenbilder entstehen nicht bloß in Gegenwart leuchtender Objecte, sondern unter dem Einflusse der verschiedensten Reize, welche das Sehorgan treffen. Schon ein Druck auf den Augapfel reicht aus, eine Lichterscheinung hervorzurufen, Elektrisiren des Sehnerven, Entzündung der Netzhaut, Congestion nach dem Gehirne leisten dasselbe. In vielen Fällen gehen also die Reize, welche Gesichtserscheinungen vermitteln, gar nicht von äußeren Dingen aus, sondern von inneren Theilen, welche durch ihre Thätigkeit das Sehorgan zu selbsteigenen Wirkungen veranlassen. Als bekanntes Beispiel dienen die Traumgesichte, deren Identität mit Gesichtsphänomenen um so weniger verkannt werden kann, als sie bei vielen Menschen, kurz nach dem Erwachen, noch eine Zeit lang mit voller Deutlichkeit der Färbung fortdauern. Nicht minder beweisend ist das Abklingen der Farbenbilder, das Auftreten

von Complementärfarben, die Unfähigkeit so vieler Menschen, gewisse Farben zu unterscheiden u. s. w.; denn alle derartigen Verhältnisse lassen keinen Zweifel übrig, daß Licht- und Farbenempfindungen die Ausdrücke innerer Zustände, nicht Abdrücke äußerer Qualitäten sind.

Die Licht- und Farbenempfindungen enthalten also gar keine Aussage über die Natur der Dinge, dessenungeachtet betrachten wir sie als solche und tragen den Inhalt unserer Empfindung als Eigenschaften auf die Dinge über. Es ist wichtig, sich klar zu werden, daß wir es hier nicht mit einem vereinzelten Factum zu thun haben, sondern mit einem solchen, welches sich in unserem Sinnenleben unablässig wiederholt. Nie empfinden wir das Ding, ja wir empfinden im Grunde nicht einmal den Zustand unserer eigenen afficirten Leiblichkeit, sondern die Empfindung hat sich selbst zum Inhalte. Das afficirte Organ ist die eine ihrer Ursachen, das afficirende Ding die andere, und so unzweifelhaft es ist, daß zwischen Empfindung, als Folge, und Object, als einer der Bedingungen, eine nothwendige Beziehung stattfinde, so unberechtigt ist das Verlangen, daß die Qualität der Empfindung und des Objectes zusammenfallen.

Nach dieser allgemeinen Erörterung ist kaum nöthig, zu bemerken, daß auch die gesehene Größe ein Subjectives sei. Der Beweis beruht aber nicht darauf, daß das Netzhautbildchen kleiner sei, als der Gegenstand, den es darstellt, sondern darauf, daß die Größe, als Anschauung, mit der Größe, als äußerlich Existirendem, gar kein gemeinsames Maß hat.

Wie zum subjectiven Sehen die Gegenwart eines leuchtenden Objectes entbehrlich ist, so ist in solchen Fällen nicht einmal die Mitwirkung des äußeren Auges nothwendig. Auch Blinde, ja selbst Personen, welche die Augen ganz verloren haben, sehen aus inneren Gründen farbige Bilder. Andererseits ist bekannt, daß Hirnverletzungen oft plötzliche Blindheit veranlassen. Vor Allem geschieht dies bei Zerstörung der Theile, von welchen die Sehnerven entspringen, doch zeigen die Versuche von Flourens, daß auch Entfernung größerer Theile der Hemisphären sehr häufig Blindheit nach sich zieht, während andere Sinnesfunctionen noch fortbestehen. Gewiß ist also, daß der wesentlichste Theil des Sehorganes im Gehirne liege. Der Augapfel, mit seinen brechenden Medien, hat die Aufgabe, ein Bild des äußeren Objectes darzustellen, die Netzhaut und der Sehnerv werden von diesem Bilde zu einer Lebensthätigkeit erweckt, welche von außen nach innen fortschreitet, bis sie schließlich auch das centrale Sehorgan zu Lebensactionen anregt, und erst die Function dieses inneren Organes schafft die Gesichtserscheinung oder ist selbst Gesichtserscheinung [1]).

Diese etwas weitläufige Schilderung des Herganges dürfte den Vortheil haben, den durchaus subjectiven Boden des Sehactes vollkommen verständlich zu machen. Vielleicht hat sie noch überdies den Vortheil, gewissen Mißverständnissen zu begegnen, welche über die specifische Energie der Sinnesnerven im Schwunge sind.

Man sagt, das Sehen sei die eingeborene Thätigkeit der Sehnerven, welche durch jeden Reiz, gleichviel welchen, geweckt werde. Nie könne ein Reiz eine andere Thätigkeit, als eben die erwecken, für welche der Sehnerv

[1]) Dieses »Entweder Oder« kann hier nicht weiter untersucht werden, da die Auflösung des Zweifels nur in den Tiefen der Psychologie möglich ist. Unleugbar bedürfen die Seelenthätigkeiten noch eines Substrates, von welchem sie ausgehen; aber fraglich ist, ob dieses Substrat, wie für die übrigen Lebensthätigkeiten, der Organismus selbst, oder vielleicht eine mit dem Organismus verbundene immaterielle Seele ist.

von vorn herein construirt sei, und nie könne Lichtreiz in einem andern Nerven, als dem N. opticus Gesichtsempfindungen hervorrufen, weil die Thätigkeit des Sehens eben nur diesem als seine specifische zukomme.

Zunächst ist klar, daß die specifische Energie auf keinem Falle dem Nerv. opticus, sondern höchstens dem inneren Sehorgane zugeschrieben werden könne; denn nicht jener functionirt durch Gesichtsempfindungen, sondern dieses. Nun sind aber alle Erfahrungen über die specifische Function am Sehnerven selbst angestellt, also gar nicht an dem Theile, dessen specifisches Wirken in Frage kommt. Man sagt, Reizung des Sehnerven errege nur Lichtempfindungen, nicht Schmerzen; wäre dies wahr (was Häser nach eigenen Beobachtungen in Zweifel stellt), so wäre es doch nur etwas Zufälliges. Associirt sich doch die Erregung der Sehnerven sogar mit motorischen Thätigkeiten, wie die Bewegung der Pupille ausweis't. Man darf nicht einwerfen, daß es sich um associirte Functionen nicht handle, sondern um die dem gereizten Theile immanenten; denn das Sehen ist ja ebenso wenig, als die Bewegung der Pupille etwas dem Sehnerven Immanentes. Giebt man zu, was zugegeben werden muß, daß das Sehen nur eine an die Leitungsthätigkeit des Sehnerven associirte Function ist, so wird man auch zugeben müssen, daß wir von einer specifischen Verrichtung dieses Nerven gar nichts wissen. Prüfen wir von diesem Standpunkte aus die weitere Behauptung, daß nur der Sehnerv durch elementares Licht zum Sehen gereizt werden könne, so liegt das Problematische derselben sogleich am Tage. Daß Lichtempfindungen nicht bloß durch Erregung des N. opticus, sondern auch durch Reizung anderer Nerven und Nervenfasern erweckt werden können, ist unbestreitbare Thatsache. Nicht nur Weber's merkwürdige Beobachtung, daß ein elektro-magnetischer Strom, welcher durch die Wangen geleitet wird, eine Lichtempfindung an der gereizten Stelle hervorruft, beweis't dies, sondern die Träume, welche von allen Punkten des sensiblen Systemes aus erregt werden können, die Lichtempfindungen bei Congestion nach dem Gehirne u. s. w. sagen dasselbe. Erwecken aber außer den Fasern des Sehnerven auch noch andere durch ihre Thätigkeit den Sehact, so bleibt nur die Frage übrig, ob diese anderen Fasern ebenso, wie die des Sehnerven, durch elementares Licht erregbar sind. Hierbei handelt es sich nicht um eine specifische Thätigkeit, sondern um die allgemeinste aller Nerven, um die Leitung, es handelt sich um das Vermögen der centripetalen Faser, einen Impuls am peripherischen Ende aufzunehmen und am centralen wieder abzugeben. Nichts in der Welt berechtigt uns, jene Frage zu verneinen; und wenn auch die Erfahrungen, welche Lichtempfindungen mit Hilfe der Tastnerven bei niederen Thieren und Somnambülen beweisen sollen, vielleicht als unzureichend bezeichnet werden müssen, so steht ihnen doch von Seiten der organischen Möglichkeiten nicht das Mindeste entgegen.

Während Empfindung des Lichtes auch ohne die Gegenwart von Augen möglich ist, bedarf das gegenständliche Sehen das Vorhandensein eines optischen Apparates. Die Erzählungen von einem Lesen der Somnambülen mit den Fingerspitzen oder dem Magen halte ich, wie Joh. Müller, für Mährchen. Die räumliche Anordnung der Theile eines gesehenen Objectes hängt ab von der räumlichen Anordnung der Theile des empfindenden Organes. Nur wenn die beleuchteten Punkte des Netzhautbildchens in derselben Ordnung neben einander liegen, als die leuchtendem Punkte des Gegenstandes, erhalten wir conforme Anschauungen; daher verzerrt sich beim Sehen durch schlechtgeschliffene Gläser gleichzeitig mit dem Netzhautbilde auch das Bild in der Empfindung. Wenn aber schlecht gesammeltes Licht unrichtige Bilder

bedingt, so ist anzunehmen, daß Licht, welches gar nicht gesammelt wurde, gar keine Bilder gebe.

Zu den wichtigsten Vorfragen, welche uns hier beschäftigen können, gehört die, wo im Leben des Auges die reine Sinnenthätigkeit aufhöre und wo die Vorstellung und das Urtheil beginne. Im Allgemeinen sind wir geneigt, die Grenze der Empfindung zu weit zu stecken und manche Erkenntnisse vom einfachen Sehacte abzuleiten, welche complicirterer Art und nur unter Mitwirkung sehr verschiedener Organe zu erwerben sind.

Die Beobachtungen an Blindgeborenen, welche durch eine Operation plötzlich sehen lernen, zeigen, wie viel beschränkter die Sphäre der Gesichtswahrnehmungen ist, als dem ersten Anblicke nach scheinen möchte. Den interessantesten Fall der Art hat Dr. Franz beschrieben, welcher einem blindgeborenen, aber intelligenten jungen Manne von achtzehn Jahren das Gesicht schenkte und die Gelegenheit benutzte, sehr zweckmäßige Experimente anzustellen [1]). Der junge Mann erkannte zwar gewisse einfache Formen, wie Vierecke und Kreise, ohne vorläufige Betastung, aber er erkannte sie nicht augenblicklich, sondern mußte erst nachdenken. Er gab an, daß er bei seinen Urtheilen ein gewisses Gefühl, welches gleichzeitig in den Fingerspitzen entstehe, mit zu Rathe ziehe. Bei einer etwas seitlichen Ansicht eines Würfels und einer Pyramide sagte er aus, daß er diese Figuren nicht verstehe. Er konnte eine Kugel von einer Scheibe und einen Würfel von einem Vierecke nicht unterscheiden. Entfernte Gegenstände schienen ihm so nah, daß er vorsichtig vermied, an sie anzustoßen; auch wunderte er sich, die Objecte viel größer zu sehen, als er dem Gefühle nach erwartet hatte. Die Augen des Operirten waren stark nach Innen gerichtet, und mit dieser fehlerhaften Augenstellung lernte er sehen. Später wurde auch der Strabismus mit Glück operirt, und nun sah der junge Mann mit dem linken ausschließlich zum Sehen geeigneten Auge alle Gegenstände in falscher Richtung, nämlich Alles zu weit rechts, bis im Laufe der Zeit, mit Hilfe eingesammelter Erfahrungen, auch dieser Irrthum berichtigt wurde.

Diese Thatsachen sind äußerst wichtig und dürften manche Streitfragen entscheiden, über welche sich die Physiologen bis auf die letzten Zeiten nicht vereinigen konnten. Sie zeigen namentlich, daß die stereometrischen Verhältnisse, die Entfernung und die Richtung der Gesichtsobjecte nicht auf den ersten Anblick erkannt werden, Beweis genug, daß die Erkenntniß dieser Verhältnisse nicht ausschließlich von den Gesichtsempfindungen ausgeht, sondern die Mitwirkung noch anderer Thätigkeiten, und namentlich das Urtheil in Anspruch nimmt.

II. Bau des Auges.

In der Voraussetzung, daß ein anatomisch-physiologisches Werk, wie das Vorliegende, von ganz Unkundigen überhaupt nicht gelesen werde, unterlasse ich es, die Anatomie des Auges im Zusammenhange zu schildern, und hebe nur einzelne Momente hervor, welche auch für den Sachkenner von Belang sind.

Nach den neueren mikroskopischen Untersuchungen besteht die Retina aus vier Schichten, welche von außen nach innen in nachstehender Ordnung aufeinander folgen. 1) Die Jacob'sche Haut, aus durchsichtigen Cylindern oder Stäbchen

[1]) Philosophical Transact. for the year. 1841.

bestehend, welche senkrecht auf den tiefer liegenden Schichten der Netzhaut aufsitzen. Ihr loser Zusammenhang mit dem Sehnerven und mit der übrigen Netzhaut, ihre ganz eigenthümlichen Reactionen gegen Essigsäure und Wasser und ihr verhältnißmäßig beträchtlicher Durchmesser unterscheiden sie von den Fasern des Sehnerven zu auffallend, als daß sie für Elemente desselben gelten könnten. 2) Eine Schicht von kleinen Kugeln, welche von einigen Forschern für Ganglienkugeln gehalten werden. Bidder, welcher den mikroskopischen Bau der Netzhaut so sorgfältig studirt hat, erkennt diese Elemente nicht als Zellen an, leugnet die Gegenwart von Kernen in denselben und betrachtet sie als Fettkügelchen. (Nach kürzlich eingegangenen brieflichen Mittheilungen.) 3) Eine Schicht Nervenfasern, welche von der Eintrittsstelle des Sehnerven an sich radienförmig ausbreiten und parallel an der concaven Seite der Körnchenschicht nach vorn verlaufen. Nirgends sieht man freie Faserenden, welche kaum verborgen bleiben könnten, wenn sie vorhanden wären [1]). Dagegen haben zuverlässige Beobachter, wie Bidder und Krause, Schlingen wahrgenommen, vorzugsweise in der vorderen Hälfte der Netzhaut. Nach Krause messen die Fibrillen höchstens 0,00010″ im Diameter. 4) Die innerste Schicht der Netzhaut besteht wieder aus Kugeln, welche von Einigen ebenfalls für Nervenelemente, von Anderen für Epithelium gehalten werden.

Genau im Achsenpunkte der Netzhaut, wo die Empfindung am schärfsten ist, findet sich ein gelber Fleck, welcher von einer Falte wulstartig umgeben, aber nicht, wie man früher meinte, perforirt ist. Nach Krause soll die Fibrillenschicht an dieser durchsichtigen und äußerst dünnen Stelle ganz fehlen, was indeß von Michaelis, Langenbeck, Huschke und Gottsche bestritten wird und aus physiologischen Gründen unwahrscheinlich ist. Bestätigte sich die Angabe Krause's dennoch, so enthielte sie den ersten Beweis, daß auch die Kugeln leiten.

Der Sehnerv hat an der Eintrittsstelle in's Auge einen Durchmesser von ¾‴ oder eine Durchschnittsfläche von 0,44 Quadratlinien. Rechnen wir die Dimension der inneren Augenachse zu 10‴, und nehmen an, die Retina erstrecke sich nur bis an den hinteren Rand des Ciliarkranzes, dessen Durchmesser nach Krause 4,5‴ beträgt, so wäre die Fläche der Netzhaut = 297,35 □‴ und überträfe die Durchschnittsfläche des Sehnerven um das Sechshundertfache. Hieraus ergiebt sich der Antheil, den durchschnittlich jede Faser des Sehnerven an der Bildung der Netzhaut hat. Offenbar muß jede Faser mit einem beträchtlichen Theile ihrer Länge (nicht bloß mit einem Endpunkte) an der Innenfläche der Netzhaut zu Tage liegen, und die Länge dieses Theiles muß den Durchmesser der Faser um das Sechshundertfache übertreffen. Diese mathematisch gerechtfertigte Betrachtung ist mit den mikroskopischen Untersuchungen in Uebereinstimmung. Betrachtet man ein Stück Netzhaut aus dem Hintergrunde des Auges bei ansehnlicher Vergrößerung, so sieht man die Fibrillen in ansehnlichen Strecken parallel neben einander verlaufen, während freie Enden nicht vorkommen.

Von vorzugsweiser Wichtigkeit in einem optischen Instrumente, wie das Auge, sind die Formen und Dimensionen der brechenden Medien. Eine sehr ausführliche Zusammenstellung der von verschiedenen Beobachtern gewonnenen Resultate findet sich in Treviranus' Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane Seite 22; allein zuverlässiger als alle jene Angaben

[1]) Nur Hannover versichert, im vorderen Theile der Netzhaut freie Enden bemerkt zu haben. Müller's Arch. 1840.

scheinen jene von Krause, welcher seine Messungen mit Hilfe einer sehr verbesserten Methode angestellt hat [1]). Im Folgenden gebe ich einen Auszug seiner Arbeit, wobei ich mir erlaube, ein paar besonders wichtige Dimensionen, welche von ihm nicht direct gemessen wurden, aus seinen wirklichen Beobachtungen zu berechnen [2]).

	Nach pariser Linien.		
	Maximum.	Minimum.	Mittel.
1) äußere Augenaxe	10,5	11,0	10,75
2) innere Augenaxe	9,4	10,0	9,7
3) äußerer Querdurchmesser	—	—	10,5
4) Entfernung des vordersten Punktes der Hornhaut vom Axenpunkte der Netzhaut . . .	—	—	10,20
5) Entfernung des Mittelpunktes des Sehnerven vom Axenpunkte der Netzhaut	—	–	1,5
6) Dicke der Hornhaut in der Mitte	—	—	0,4
7) Dicke der Hornhaut am Rande	—	—	0,5
8) Sehne der Hornhautkrümmung	5,0	5,2	5,1
9) Radius der vorderen Hornhautkrümmung . .	3,66	4,33	4,0
10) Parameter der hinteren parabolischen Krümmung der Hornhaut	5,25	6,2	5,72
11) Axe der Linse	1,8	2,4	2,1
12) Querdurchmesser der Linse	4,0	4,5	4,25
13) Entfernung des hintersten Punktes der Linse vom Axenpunkte der Netzhaut	5,4	6,3	5,85
14) Entfernung des hintersten Punktes der Linse vom vordersten der Hornhaut.	—	—	4,40
15) Entfernung des vordersten Punktes der Linse vom Centrum der Pupille	0,1	0,15	0,12
16) Durchmesser des Ciliarkranzes.	4,2	4,6	4,4

Sehr große Schwierigkeit macht die Formbestimmung der brechenden Medien. Die früheren Forscher glaubten überall sphärische Formen zu finden, aber ihre Angaben beruhen meistens auf wenig zuverlässigen Beobachtungen. Krause untersuchte das Auge bei geringer Vergrößerung unter dem Mikroskope, während sich im Oculare ein Glasmikrometer befand, dessen Linien als Ordinaten zur Bestimmung der Curven benutzt werden konnten. Bei diesen Untersuchungen ergab sich die vordere Krümmung der Hornhaut als sphärisch, die hintere Fläche als parabolisch. Die vordere Fläche der Linse war nach einer Ellipse gekrümmt, deren große Axe 4''' bis 4,1''' und deren kleine Axe 1,66''' bis 2,25''' maß. Die hintere immer weit stärker gewölbte Fläche ergab eine parabolische Krümmung von 3,8''' bis 5''' Parameter.

Aber selbst die sorgfältigen Untersuchungen von Krause können nicht auf mathematische Genauigkeit Anspruch machen, namentlich da nicht, wo die Krümmungsoberflächen von Theilen bestimmt werden, deren vorläufige Durchschneidung unvermeidlich war. Ferner wurden bei den Messungen zwar möglichst frische Augen, aber nach dem Eingeständniß des Verfassers doch erst 18 bis 48 Stunden nach dem Tode benutzt. Bekanntlich treten sichtliche Formveränderungen der Hornhaut schon früher ein.

Mein trefflicher College Senff in Dorpat bestimmte die vordere Horn-

[1]) Meckel's Archiv. 1832. S. 86.

[2]) In dieser Weise berechnet sind die Dimensionen unter Nr. 4 und 14.

hautkrümmung am lebenden Menschen. Die zur Beobachtung bestimmte Person mußte sich einem Fenster gegenübersetzen, auf dessen einer Scheibe zwei Streifchen schwarzes Papier befestigt waren. Die Distanz der letzteren im Spiegelbildchen der Hornhaut, wurde mit einem Kommetensucher beobachtet, und bei verschiedenen Stellungen des Auges mikrometrisch gemessen. An jedem Auge wurde die Messung an 7 Punkten ausgeführt, deren Winkelabstand von der optischen Axe — 25°, — 20°, — 10°, 0°, 10°, 20°, 25° betrug, wobei sich ergab, daß in einem Winkelabstande von 30° das Bildchen zu undeutlich zur Messung wurde. Die Berechnung ergab, daß die Form der Hornhaut eine elliptische ist, wie sich aus folgender Tabelle ergiebt:

	Halbe Axe der Ellipse.	Krümmungshalbmesser im Scheitel.	Abweichung des Scheitels der Ellipse vom Endpunkte der Augenaxe in Winkelgraden.
Rechtes Auge in vertikaler Richtung	4,190 und 3,805	3,455	3°,6 nach unten.
Rechtes Auge in horizontaler Richtung	4,626 und 3,998	3,456	2°,9 nach außen.
Linkes Auge in vertikaler Richtung	3,984 und 3,699	3,434	1°,6 nach unten.

Senff läßt vorläufig dahingestellt, ob die eigenthümliche Erscheinung, daß der Scheitel der Ellipse nicht in den Endpunkt der optischen Axe fällt, eine Unregelmäßigkeit des übrigens gutsehenden Auges war, oder auf einem allgemeinen Gesetze beruhe [1]).

III. Beziehungen zwischen Structur und Function.

A. Netzhaut.

Die Netzhaut ist der sensible Theil im Auge, oder genauer: sie ist der Anfang des Leitungsapparates, welcher die, vom elementaren Lichte ausgehenden Reize dem Centralorgane zuführt. Dies beweist schon der anatomische Zusammenhang der Retina mit dem Sehnerven, dessen Function als Lichtleiter nicht in Zweifel gestellt werden kann, noch entschiedener aber die Erfahrung, daß jede partielle Unterbrechung der Netzhautfläche eine entsprechende Unterbrechung der Leitung nach sich zieht. So verursacht der Eintritt der arteria centralis retinae eine Lücke in der Netzhaut, und gleichzeitig einen Defect im Gesichtsfelde, der sich nicht etwa durch Wahrnehmung eines Loches, sondern durch absolute Unempfindlichkeit bemerklich macht. Wenn man auf einem Bogen Papier drei farbige Punkte anbringt und diese in Zwischenräumen von etwa 1 Zoll in eine horizontale Linie ordnet, so ist es leicht, sich von der Gegenwart einer solchen unempfindlichen Stelle in der Netzhaut versuchsweise zu überzeugen. Man halte das Papier etwa 16″ vom linken Auge entfernt, fixire, während nur dieses geöffnet ist, den am weitesten nach rechts liegenden Punkt und nähere dann ganz allmälig das Papierblatt. Unter diesen Umständen verschwindet zuerst der am weitesten nach links liegende

---

1) So eben finde ich bei Huschke (Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen. S. 669.), daß schon Herschel angegeben, daß der Scheitel der Ellipse nicht in der Sehaxe, sondern 10° (?) nach innen liege.

Punkt, beim Näherrücken des Papiers taucht er im Gesichtsfelde wieder auf und wenig später verschwindet der zweite Punkt. Immer verschwindet der Punkt, welcher der Berechnung nach auf die Mitte des Sehnerven fällt. Dieser von Mariotte zuerst ausgeführte Versuch gab eine Zeit lang zu dem Irrthume Anlaß, daß der Sehnerve nicht als Leiter des Lichtreizes fungire, aber schon Rudolphi stellte die Hypothese auf, daß das Verschwinden der farbigen Punkte durch das Auffallen des Lichtes auf die unempfindliche Arterie herrühren möge, und diese Hypothese ist durch Versuche von mir bestätigt worden. Nach demselben Principe, welches die Größe des Netzhautbildchens für ein gegebenes Object zu berechnen gestattet, kann man durch Rechnung nachweisen, wie groß die empfindungslose Stelle sein müßte, welche einen Punkt von gegebener Größe und bekannter Entfernung der sinnlichen Wahrnehmung entzieht. Mit Hilfe dieser untrüglichen Methode läßt sich nachweisen, daß nicht der Sehnerve im ganzen Durchmesser, sondern nur eine kleine Stelle, welche ungefähr dem Querschnitt der Arterie entspricht, des Leitungsvermögens beraubt ist.

Während die Function der Netzhaut im Ganzen unzweifelhaft ist, sind die Functionen ihrer einzelnen Schichten noch sehr unklar. Nicht füglich zweifeln kann man, daß die zweite Schicht von innen, die Faserschicht, der Leitung diene, denn sie ist es, welche in die Fasern des Sehnerven direct übergeht, wie namentlich am Kaninchenauge leicht nachweisbar ist. Ob die beiden Kugelschichten Antheil am Leitungsproceß haben, wäre es auch nur in der Weise, daß sie durch den Einfluß des Lichtes in Zustände versetzt werden, welche für die leitenden Fasern als intermediäre Reize dienen, ist vollkommen unbekannt, ja man weiß nicht einmal mit Sicherheit, ob diese Gebilde dem Nervengewebe angehören oder einem andern. Was die Stäbchenschicht anlangt, so hat Brücke wahrscheinlich zu machen gesucht, daß ihre Bestimmung dahingehe, das durch die Netzhaut hindurchdringende und von der Aderhaut nur unvollkommen absorbirte, folglich von hier zur Netzhaut reflectirte Licht auf dieselben Nervenelemente zurückzuführen, durch welche es primär seinen Weg nahm [1]). Brücke meint nämlich, daß nur, wenn die reflectirten Strahlen den einmal eingeschlagenen Weg festhalten, eine Confusion der Empfindung vermieden werden könne. Es will mir scheinen, daß gerade dieser Fundamentalsatz der mit Eleganz behandelten Hypothese noch einige Schwierigkeiten mache. Die Netzhaut hat im Hintergrunde des Auges einen verhältnißmäßig ansehnlichen Durchmesser, indem hier noch viele Fasern übereinander liegen, welche später erst sich neben einander lagern. Dringt hier der Lichtstrahl durch die Netzhaut, so trifft er unvermeidlich verschiedene Elemente. Es scheint mir also die Physiologie nicht so wohl einer Hypothese zu bedürfen, wie der Durchtritt des Lichtstrahls durch verschiedene Elemente vermieden werde, als vielmehr einer Erklärung, warum trotz der Reizung verschiedener Fasern durch einen Lichtstrahl eine Verwirrung der Gesichtsempfindungen nicht stattfinde.

B. Von den Schutzhäuten des Auges.

Die Aderhaut (tunica choroidea) besteht zum großen Theil aus einem sehr dichten Netze zarter Blutgefäße. Die von diesen Gefäßen ausgehende Wärme muß sich den benachbarten Organen mittheilen, und R. Wagner's Hypothese, daß die Aderhaut schon in diesem Bezuge als Schutzorgan des Auges fungire, dürfte, für die warmblütigen Thiere wenigstens, ganz zulässig

---

[1]) Müller's Archiv, 1844. S. 444.

scheinen. An ihrer inneren Seite ist die Choroidea mit unregelmäßig gestalteten Zellen bedeckt, welche in einer durchsichtigen Membran einen deutlichen Kern und überdies unmeßbar kleine Körnchen einer schwarzen Substanz enthalten. Diese Pigmentschicht giebt der Aderhaut nach innen ein schwarzes sammetartiges Ansehn und befähigt sie, die Lichtstrahlen aufzufangen, welche durch die zarte Netzhaut hindurchdringen. Das Auge der Kakerlaken, welches der schwarzen Pigmentschicht entbehrt, erträgt eben deshalb ein helles Licht weit weniger und liefert hiermit den Beweis, daß die schwarze Pigmentschicht zur Auffangung des durchfallenden Lichtes bestimmt sei.

Die weiße Augenhaut (tunica albuginea s. sclerotica) und die Hornhaut (tun. cornea) bilden die äußere Augenkapsel, welche durch ihre Festigkeit wiederum den inliegenden edleren Theilen zum Schutze dient. Nebenbei bestimmen diese Häute die so wichtige Form des Auges und gewähren den Muskeln Anheftepunkte.

C. Von den Augenmuskeln.

Die vier geraden und die zwei schiefen Augenmuskeln, welche der Mensch besitzt, erhalten sämmtlich Zweige vom 3ten Nervenpaare, und können, nach Analogie meiner an Säugethieren angestellten Experimente, wahrscheinlich von jenem Nervenpaare in Bewegung gesetzt werden. Es ist daher vorläufig ganz unverständlich, weshalb der obere schiefe und der äußere gerade Augenmuskel noch besondere Nerven erhalten, jener das vierte Paar und dieser das sechste.

Die Hauptbewegungen des Auges kommen um 3 Axen zu Stande, und erfordern eben deshalb 3 Muskelpaare. Der äußere und innere gerade Augenmuskel bewegen das Auge um eine Axe, welche von oben nach unten durch den kugelförmigen Bulbus dringt, der obere und untere gerade Augenmuskel bewegen denselben um seine Queraxe und die anatomische Lage der mm. obliqui bringt es mit sich, daß sie das Auge um eine Axe drehen, welche annäherungsweise von der Eintrittsstelle des Sehnerven durch das Centrum des Auges zum äußersten Punkte der Iris geht. Diese Axe schneidet sich demnach unter einem ziemlich spitzen Winkel mit der Sehaxe. Abstrahiren wir also von dem Mangel an Coincidenz beider, so würde in Folge der Thätigkeit des oberen schiefen Augenmuskels der Bulbus wie ein rollendes Rad, dem Auge der anderen Seite zu rollen, während Zusammenziehung des unteren schiefen Augenmuskels eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne erzeugen müßte.

Nach Hueck's schöner Entdeckung kommen solche Bewegungen unwillkürlich zu Stande, sobald wir den Kopf seitwärts nach einer Schulter neigen. Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man vor dem Spiegel ein Blutgefäßchen der Conjunctiva (beispielsweise ein horizontal verlaufendes) fixirt und den Kopf nach einer Seite biegt. Bei diesem Experimente sollte die Ader aus der horizontalen Lage in eine schiefe übergehn, statt dessen behält sie ihre wagerechte Richtung, was offenbar unmöglich wäre, wenn nicht eine Axendrehung des Bulbus der seitlichen Drehung des Hauptes entgegenwirkte. Stellt man die Beobachtung an einem Menschen an, dessen Iris durch farbige Streifen ausgezeichnet ist, so kann man sich durch scharfe Fixation solcher Merkmale überzeugen, daß die Rotation nicht um die Axe der schiefen Augenmuskeln, sondern um die optische Axe zu Stande kommt. Die Iris dreht sich ganz deutlich um den Mittelpunkt der Pupille, was nur dadurch erklärlich ist, daß die Fixation der Augenaxe durch die geraden Augenmuskeln nur eine Drehung um diese zuläßt.

Einige Schriftsteller haben auch die Stellungen des Augapfels, welche

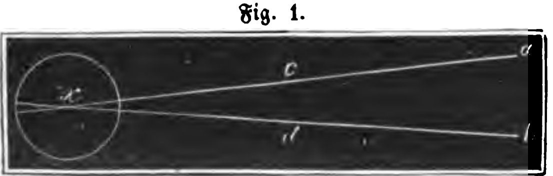
zwischen den vier Hauptrichtungen nach oben, innen, unten und außen in der Mitte liegen, also beispielsweise das Wälzen des Augapfels nach außen und oben, von den schiefen Muskeln abgeleitet, aber mit Unrecht. Bei Durchführung dieser Bewegungen fehlen alle Spuren der Rotation um die Längenaxe gänzlich. Auch sind die mm. obliqui hier ganz überflüssig, da jede solche Bewegung sich wie die Diagonale im Parallelogramme der Kräfte verhält, und durch das passende Zusammenwirken zweier geraden Augenmuskeln leicht zu vermitteln ist.

Da der in der Orbita befindliche Theil des Augapfels ziemlich genau kugelförmig ist, und da die angrenzenden Weichtheile dem Auge eine der Größe und Gestalt nach vollkommen passende Höhle darbieten, so können die Bewegungen desselben nur in Rotationen um sein Centrum bestehen. Versuche mit meinem Gesichtswinkelmesser belehrten mich, daß sich das Auge wirklich um einen unbeweglichen Punkt drehe und daß dieser Drehpunkt ungefähr 5''',6 hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut liege. Beobachtungen von Burow und Valentin führten ziemlich genau zu demselben Resultate [1]).

Indem die Unbeweglichkeit des Drehpunktes allgemeine Regel ist, so ist auch die Distanz beider Drehpunkte unter einander eine unveränderliche, obschon beim Fixiren sehr naher Gegenstände anscheinend die Augen sich näher rücken. Für mein Auge ergab sich eine Distanz der Drehpunkte von 2'',4 mochte ich nun in die unendliche Ferne oder auf ein Object von 4'' Entfernung blicken.

Ich habe früher die Behauptung aufgestellt, daß der Drehpunkt des Auges und der Kreuzungspunkt der Richtungslinien zusammenfielen, dies muß ich zurücknehmen, indem beide Punkte ungefähr 1''',6 auseinander liegen. Die Beobachtung, welche mich zu jenem Irrthume verleitete, war folgende. Ich steckte auf einer horizontalen Tafel (Fig. 1) bei *a* und *b* zwei Stecknadeln auf und versteckte dieselbe für das visirende Auge durch zwei vorgesteckte Nadeln *c* und *d*. Deckten sich nun die Nadeln *a* und *c* und wendete ich mein Auge seitlich nach dem zweiten Nadelpaare, so ging diese Deckung nicht verloren, während gleichzeitig die Nadeln *d* und *b* in Deckung befunden wurden. Da nun zwei Objecte nur dann sich decken, wenn sie in einer Richtungslinie liegen, und da alle Richtungslinien sich in Einem Punkte kreuzen (Sätze, die später ihre nähere Erörterung finden werden), so folgerte ich, müsse beim Visiren in verschiedenen Richtungen der Kreuzungspunkt der Richtungslinien immobil bleiben und sich als Drehpunkt des Auges verhalten.

Fig. 1.



Diese Folgerung würde unumstößlich sein, wenn unser Urtheil über Deckung von Objecten, welche zur Seite der Sehaxe liegen, ein hinreichend zuverlässiges wäre. Gegenwärtig, wo entschieden ist, daß der Drehpunkt und Kreuzungspunkt der Richtungslinien nicht coincidiren, muß angenommen werden, daß Gegenstände, welche in der Visirlinie sich decken, bei seitlicher Wendung des Auges paralaktisch auseinander treten, selbst wenn die Empfindung dies nicht wahrnehmen sollte. Bei der geringen Distanz des Drehpunktes und

[1]) Ueber das Verfahren, den Punkt zu bestimmen, vergleiche man meine Beiträge S. 33, oder Valentin's Lehrbuch der Physiologie. II. S. 334.

Kreuzungspunktes kann der Effect der Paralaxe nie sehr bedeutend sein, er ist aber besonders gering, wenn der Winkel, unter welchem die beiden Visirlinien sich schneiden, ein kleiner ist. Gesetzt, die Winkelbewegung des Auges wird größer, so wird zwar das paralaktische Auseinandertreten der Nadeln bedeutender werden müssen, aber das hiermit bedingte Doppelbild fällt nun in die Seitentheile des Sehfeldes, wo die Empfindung undeutlich wird. Nur bei beträchtlicher Seitenwendung des Auges wird die Paralaxe dem Sinne wahrnehmbar, wie ich schon in meinen Beiträgen bemerkt habe [1]).

Wie sich überhaupt in den Bewegungen der willkürlichen Muskeln Associationen wahrnehmen lassen, welche durch gewisse organische Zwecke ein für alle Male gefordert sind, und durch den Einfluß des Willens nicht gestört werden können, so finden sich auch in den Bewegungen der Augenmuskeln gewisse zweckmäßige Combinationen, welche die Launen der Willkür beschränken und diejenigen Augenstellungen, mit welchen sie sich in Widerspruch befinden würden, ausschließen. Der Zweck, welcher die Augenbewegungen beherrscht, ist dieser, correspondirende Theile der Netzhäute dem Gesichtsobjecte gegenüber zu stellen, und nur, wenn das Object im Kreuzungspunkte der Seharen liegt, ist dieser Zweck erreichbar. Daher combiniren sich von den Muskeln der beiden Augen auch nur solche, welche eine Kreuzung der Seharen in einem Punkte zu Stande bringen. Eine combinirte Wirkung eines obern und untern Augenmuskels ist nicht ausführbar, indem ein derartiges Muskelspiel mit der geforderten Kreuzung unvereinbar ist. Zulässig ist dagegen das Zusammenwirken von je zwei inneren, oberen und unteren Augenmuskeln, desgleichen eines äußeren und eines inneren, je nachdem wir die Augen auf einen naheliegenden Gegenstand, auf ein Oberes, Unteres oder Seitliches richten wollen. Auch die beiden äußeren Augenmuskeln können sich zu einer gemeinsamen Thätigkeit verbinden, wenn es darauf ankommt, die Augen von einem nahen Punkte auf einen fernen zu richten. Eine derartige Combination war aber ohne einige Gefährdung des Zweckes der Augenbewegung nicht ausführbar. Beide äußere gerade Augenmuskeln brauchen nur ein wenig zu stark zu wirken, so werden die Augenaxen divergiren, womit die Kreuzung unmöglich wird. Obgleich diese Bewegung für die meisten Menschen unausführbar ist, so ist sie doch nach organischen Gründen nicht unmöglich. Bidder besitzt die Fähigkeit, eine Divergenz der Augenaxen willkürlich herbeizuführen.

Anlangend die schiefen Augenmuskeln, so rotirt bei stattfindendem Parallelismus der Augenaxen und bei seitlicher Neigung des Hauptes das eine Auge nach außen, das andere nach innen, es combiniren sich also die ungleichnamigen Muskeln. Dagegen verbinden sich beim Sehen nach oben und innen, oder nach unten und innen, die gleichnamigen schiefen Augenmuskeln, im ersten Falle die beiden unteren, im zweiten die oberen [2]).

Purkinje ist geneigt anzunehmen, daß das Auge, um sich in den seitlichen Theilen des Gesichtsfeldes zu orientiren, eine Menge kleiner aber äußerst rascher Bewegungen ausführe. Der Zusammenhang dieser Ansicht mit einem anderen ziemlich wichtigen Probleme, veranlaßte mich, über die Schnelligkeit der Augenbewegungen Experimente anzustellen. Die Versuche ergaben, daß

---

[1]) Mit dieser Angabe hatte ich die Nothwendigkeit einer gewissen Beschränkung meines Lehrsatzes von der Coincidenz der beiden fraglichen Punkte von vorn herein eingestanden.

[2]) Die Demonstration dieser Angaben würde zu weitläufig sein, doch ist sie mit Hilfe des Ophthalmotrops von Ruete leicht zu geben. Ueberhaupt ist dieses Instrument zum nähern Studium der Augenbewegungen ungemein förderlich.

die Schnelligkeit, in Vergleich zu dem, was andere Muskeln leisten, keine sehr beträchtliche ist. Nach **Valentin** kann ein geübter Klavierspieler den Zeigefinger beim Trillern in Zeit von ½ Minute 200mal beugen und strecken, was für eine einzelne Biegung oder Streckung 4½ Tertien ergeben würde. Die meisten Augenbewegungen sind auffallend viel langsamer. Ich experimentirte in der Weise, daß ich abwechselnd zwei Stecknadeln fixirte, welche in verschiedenen Richtungen und Entfernungen vom Auge aufgesteckt waren, und prüfte, wie oft ich in der Zeit von ½ Minute oder 1800 Tertien den Blick verändern konnte. Mittels Division der Zeit durch die Bewegung, erhielt ich die Dauer der Bewegung in Tertien, und in den nachstehenden Tabellen ist das Resultat der Versuche übersichtlich zusammengestellt:

Tabelle I.

Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen, welche in einer horizontalen Ebene unter verschiedenen Winkeln ausgeführt werden. Die beiden Nadeln, welche abwechselnd fixirt werden, befinden sich in einer Entfernung von 10″ vom Auge.

	Größe der Winkelbewegung:	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Angabe des Beobachters.
Dauer einer Bewegung nach Tertien.	Beobacht. mit einem Auge	25	26	25	27	26	27	26	Volkmann.
	Beobacht. mit beiden Aug.	19	19	21	21	19	21	20	Volkmann.
	Beobacht. mit einem Auge	24	29	28	29	28	28	28	Hüttenheim.
	Beobacht. mit beiden Aug.	22	28	26	28	29	29	29	Hüttenheim.

Tabelle II.

Wiederholung des vorigen Versuchs bei größeren Winkelbewegungen.

	Größe der Winkelbewegung:	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	Angabe des Beobachters.
Dauer einer Bewegung nach Tertien.	Beobacht. mit einem Auge	28	28	30	30	32	35	39	Volkmann.
	Beob. mit beiden Augen	30	32	38	41	51	56	69	Volkmann.
	Beob. mit einem Auge	18	18	19	19	20	21	21	Hüttenheim.
	Beob. mit beiden Augen	36	39	41	46	49	53	56	Hüttenheim.

Tabelle III.

Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen, welche in einer lothrechten Ebene unter verschiedenen Winkeln ausgeführt werden. — Entfernung der Nadeln vom Auge 10″.

	Größe der Winkelbewegung:	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	Angabe des Beobachters.
Dauer der Bewegung in Tertien.	Beob. mit einem Auge	27	27	28	29	28	29	31	Volkmann.
	Beob. mit beiden Augen	27	28	?	33	31	35	41	Volkmann.
	Beob. mit einem Auge	21	22	19	19	20	22	21	Hüttenheim.
	Beob. mit beiden Augen	27	28	?	31	34	36	39	Hüttenheim.

Tabelle IV.

Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen, welche in einer Ebene von 45° Neigung ausgeführt werden. Distanz der fixirten Nadeln vom Auge = 10″.

	Größe der Winkelbewegung:	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	Beobachter.
Dauer der Bewegung in Tertien.	Beob. mit einem Auge	26	28	29	31	31	31	33	Volkmann.
	Beob. mit beiden Augen	31	34	36	36	41	43	47	Volkmann.
	Beob. mit einem Auge	19	20	21	22	22	23	25	Hüttenheim.
	Beob. mit beiden Augen	34	37	42	50	55	62	67	Hüttenheim.

Tabelle V.

Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen in einer horizontalen Ebene, wenn sich Nadeln in verschiedenen Visirlinien befinden, die eine 10″ vom Auge, die zweite 20 Zoll [1]).

	Größe der Winkelbewegung:	10°	20°	30°	40°	50°	60°	Beobachter.
Dauer der Bewegung in Tertien.	Beobachtnng mit einem Auge	25	25	26	28	31	36	Volkmann.
	Beobachtung mit beiden Augen	41	41	44	45	45	55	Volkmann.
	Beobachtung mit einem Auge	20	20	23	25	25	28	Hüttenheim.
	Beobachtung mit beiden Augen	49	55	56	58	60	62	Hüttenheim.

Tabelle VI.

Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen bei Fixation von Objecten, welche sich in derselben Linie, aber in ungleichen Entfernungen vom Auge befinden.

		Angabe der Entfernung der Objecte und des Winkels, welchen jedes Auge bei der Fixationsbewegung beschreiben mußte.						Beobachter.
	Distanz:	5–10″	5–20″	5–30″	5–40″	10-20″	20-40″	
	Winkelbewegung:	7°	10°	11°	11½°	3°	1½°	
Dauer der Bewegung in Tertien.	Beobacht. mit einem Auge . . .	43	47	49	50	39	38	Volkmann.
	Beobacht. mit beiden Augen . .	45	55	58	61	47	47	Volkmann.
	Beobacht. mit einem Auge . . .	31	33	34	34	31	30	Hütten-heim.
	Beobacht. mit beiden Augen . .	28	29	29	30	28	29	Hütten-heim.

---

[1]) Als fixirt erachteten wir die respect. Nadel erst dann, wenn sie sich im einfachen Bilde darstellte.

Aus diesen Beobachtungen scheint sich folgendes zu ergeben:

1) Die Augenbewegungen sind unter allen Umständen sehr viel langsamer als die Fingerbewegungen eines geübten Klavierspielers.

2) Bei gleicher Entfernung der Objecte und unveränderter Stellung der Ebene, in welcher sie liegen, wächst die Schnelligkeit der Augenbewegungen mit der Verkleinerung des zu beschreibenden Winkels, ausgenommen, wenn die Größe des letzteren unter 7° fällt, wo denn die Beschleunigung der Bewegung aufhört.

3) Die Lage der Ebene, in welcher die gleich weit entfernten Objecte liegen, hat Einfluß auf die Dauer der Bewegung, indem gleich große Bewegungen am schnellsten in einer lothrechten, langsamer in einer horizontalen oder schiefen Ebene ausgeführt werden.

4) Bewegungen, an welchen beide Augen Theil nehmen, verlangen beträchtlich mehr Zeit, als Bewegungen nur eines Auges (wahrscheinlich, weil die Kreuzung der Sehaxen nicht gleich zu finden ist).

5) Mit zunehmender Größe der Bewegung wächst die Dauer derselben in schnellerer Progression, wenn beide Augen beim Sehen betheiligt sind, als wenn nur eines benutzt wird.

6) Ungleiche Entfernung der abwechselnd fixirten Objecte hat einen bedeutend retardirenden Einfluß auf die Augenbewegungen.

Als etwas Räthselhaftes ist noch zu bemerken, daß die 4 geraden Augenmuskeln der Willkür gehorchen, die beiden schiefen nicht. Mit Berücksichtigung der motorischen Nerven, welche hier in's Spiel treten, ist dies so auffallend, daß man versucht sein könnte, anzunehmen, der Einfluß des Willens sei doch da, und werde durch die Association der Bewegungen nur versteckt. Man könnte sagen, wir bewegten die schiefen Augenmuskeln zwar nie allein, ebenso wenig als gewisse Respirationsmuskeln, die gleichwohl vom Willen abhingen, aber wir bewegten sie in Verbindung mit anderen und dann auch willkürlich. Diese Ausflucht scheint indeß nicht haltbar. Erzeugt man nämlich durch längeres Anschauen einer Lichtflamme ein Nachbild im Auge und neigt dann den Kopf nach einer Schulter, so verändert sich die senkrechte Stellung der Flamme in eine schiefe, was nicht der Fall sein könnte, wenn die Achsendrehung, welche der Neigung des Hauptes entgegenwirkt vom Willen ausginge. Die Prüfung analoger Fälle rechtfertigt diese Verneinung. Befindet sich z. B. ein Nachbild im Auge und man wendet den Kopf links, so wandert gleichzeitig auch die Erscheinung nach links, dreht man aber, während der Kopf sich links wendet, die Augen eben so viel nach rechts, so verändert die Erscheinung ihre Stellung nicht. Es besteht nämlich das Gesetz: keine Bewegung des Hauptes verändert die Stellung der Blendungsbilder, wenn ihr Effect durch eine entgegengesetzte willkürliche Bewegung der Augen annullirt wird.

D. Von der Iris.

Die Iris vertritt im Sehapparate zunächst die Stelle einer Blendung, indem durch die Kleinheit der Pupille die Dicke des einfallenden Lichtkegels beschränkt und der Nachtheil der sphärischen Aberration verhindert wird. Die Pupille ist einer activen Erweiterung und Verengerung fähig, wie der Umstand beweist, daß sie nach dem Tode eine Dimension hat, welche zwischen den extremen Größen, die während des Lebens vorkommen, in der Mitte steht. Die wesentlichsten Bedingungen, von welchen ihre Weite abhängt, sind Lichtreiz und Augenstellung.

Je lebhafter das Licht ist, welches in's Auge fällt, um so enger wird

die Pupille, und umgekehrt. Natürlich kommt hierbei sehr viel auf die Erregbarkeit des Auges an. Befindet sich die Netzhaut in einem Zustande gesteigerter Irritabilität, so kann ein Licht von mäßiger Stärke denselben Erfolg haben, als unter anderen Umständen ein sehr intensives, daher bei Augenentzündungen die Pupille nicht selten auf das Aeußerste verengt erscheint. Je näher uns ein Körper liegt, um so mehr werden Lichtstrahlen von demselben in's Auge dringen können, und umgekehrt; daher muß die Betrachtung entlegener Gegenstände eine geringere Verengerung der Pupille, also relative Weite veranlassen, was durch die Erfahrung auch bestätigt wird.

Anlangend den Einfluß der Augenstellung auf die Pupillenweite, so verengert sich die Sehe in gleichem Maaße, als der Kreuzungspunkt der optischen Axen dem Auge genähert wird. Dies geschieht durch Contraction der inneren Augenmuskeln, ganz unabhängig vom Lichteinflusse. Fixirt man mit emporgerichtetem Haupte den blauen Himmel und führt dann eine Schielbewegung nach innen aus, so verengern sich die Pupillen, obgleich der Grad der Beleuchtung hier keine Veränderung erfährt. Die umgekehrte Erscheinung tritt ein, wenn durch Vermittelung der äußeren geraden Augenmuskeln, die anfangs convergirenden Augenaxen in eine parallele Stellung übergeführt werden. In diesem Falle erweitert sich die Pupille, aber allem Anscheine nach nicht activ, sondern nur durch Nachlaß der Thätigkeit, welche beim Schielen nach Innen Verengerung zu Stande brachte. Es bleibt vorläufig unerklärbar, warum nur die Thätigkeit der inneren Augenmuskeln auf die Weite der Pupille von Einfluß ist.

Der Zweck der Pupillenbewegung ist im Wesentlichen der, die Menge des einfallenden Lichtes dem jedesmaligen Bedürfnisse des Auges anzupassen. Allerdings lassen die vom Lichte unabhängigen Bewegungen der Pupille, welche in Folge veränderter Augenstellung eintreten, noch andere Zwecke voraussetzen, doch ist die Physiologie gegenwärtig nicht im Stande, sie nachzuweisen. Mit Bezug auf die Erfahrung, daß Lichtstrahlen, welche durch das Centrum einer Linse treten, anders gebrochen werden, als Randstrahlen, haben Einige die Vermuthung geäußert, daß die Pupillenbewegung bestimmt sei, aus diesem Umstande Vortheile zu ziehen und zur Herstellung des Bildes bald mehr, bald weniger gebrochenes Licht in Anwendung zu bringen. Diese Ansicht ist jedenfalls irrig. Findet in unserem Auge eine sphärische Aberration Statt, wovon unten ausführlicher, so liegt nicht Bewegung, sondern constante Kleinheit der Pupille im Interesse des Sehorganes. Denn da die Strahlen, welche durch die Mitte der Linse treten, in allen Fällen und unvermeidlich zur Netzhaut dringen, so könnte es nur darauf ankommen, eben diese zur Herstellung des Bildes zu benutzen, alle übrigen dagegen als störend auszuschließen.

Der Wille hat auf die Bewegung der Iris nur indirect Einfluß, indem Contraction der inneren Augenmuskeln und Contraction der Iris sympathisch verbunden sind. Gewöhnlich erfolgt aber die Zusammenziehung ohne irgend einen Zusammenhang mit der Willensthätigkeit auf reflectorischem Wege. Das Licht dient als Reiz, der Sehnerv als centripetaler Leiter, das Gehirn als Centralorgan und das dritte Nervenpaar reflectirt motorisch auf die Iris. Schon Fontana zeigte, daß Licht, selbst durch eine Linse concentrirt, die Pupille nicht verengere, wenn es statt in's Innere des Auges, auf die Iris falle. Schneidet man den Sehnerven eines lebenden Thieres durch, so erweitert sich die Pupille, höchst wahrscheinlich, weil der Lichtreiz nun wegfällt, welcher bei unversehrtem Nerven das Sensorium afficirte und auf

reflectorischem Wege eine tonische Contraction der Iris veranlaßte. Wird nach dieser Operation das centrale Ende des durchschnittenen Nerven mechanisch gereizt, so erfolgt wieder Verengerung der Pupille, während Reizung des peripherischen Endes ohne Erfolg bleibt. Tödtet man ein Thier durch Enthirnung, so verengert sich die Pupille weder wenn concentrirtes Licht ins Auge fällt, noch wenn man den Sehnerven mechanisch reizt, wohl aber contrahirt sie sich bei Reizung der Wurzeln des dritten Paares. Alle diese Umstände beweisen, daß die Reaction der Pupille auf Lichtreiz durch einen reflectorischen Proceß zu Stande kommt, bei welchem das Sensorium als Centralorgan dient.

Eine gewisse Schwierigkeit entsteht freilich dadurch, daß bisweilen auch bei Blinden der Einfluß des Lichtes Pupillenbewegung vermittelt, eine Erfahrung, welche angesehene Physiologen veranlaßte, nicht das Gehirn, sondern das Ganglion ciliare als Centrum des Reflexes zu betrachten. Da indeß bei der großen Mehrzahl der Blinden die Pupille auf Lichtreiz nicht reagirt, so hat diese zweite Erklärungsweise schon in dieser Beziehung nichts Vorzügliches. Dagegen scheitert sie vollständig an der Sympathie der Pupillen unter einander. Blickt man in den hellen Himmel und verdeckt das eine Auge mit der Hand, so erweitert sich die Pupille auch des offenen Auges, und läßt man concentrirtes Licht nur in ein Auge fallen, so contrahirt sich die Sehe auch im andern. Die Sympathie beider Augen ist ohne die Vermittelung des Gehirnes nicht begreiflich, indem die Nerven derselben nur durch dieses in Verbindung stehen. Es kehrt nun allerdings die Frage wieder, warum bei einigen Blinden die Pupille gegen Lichtreiz empfindlich bleibe. Berücksichtigen wir, daß selbst bei frisch getödteten Thieren durch Kneipen des Sehnerven Pupillenbewegungen veranlaßt werden können, so scheint die Annahme erlaubt, daß Erregung des Sehnerven auch ohne das Mittelglied von Gesichtsempfindungen die Thätigkeit der Iris zu wecken vermöge.

An das Vorhergehende schließt sich die schwierige Frage, welche Bestimmung der Ciliarknoten habe. Die meisten Ciliarnerven, welche zur Iris gehen, sind Aeste dieses Ganglions, und die von Bidder und mir angestellten mikroskopischen Beobachtungen über diese Nerven lehren, daß ein großer Theil ihrer Fasern vom Ganglion ihren Ursprung nimmt. Alle diese Fasern gehören zur Classe derer, welche wir sympathische nennen und dienen also höchst wahrscheinlicher Weise weder der Empfindung, noch der willkürlichen Bewegung [1]). Dienen sie nun vielleicht der unwillkürlichen Bewegung? Mit dieser Hypothese in Uebereinstimmung ist es, daß die Bewegungen der Iris wirklich unwillkürlich sind; denn die Association derselben mit gewissen spontanen Bewegungen ist eben nur Association, sie beschränkt sich auf wenige Fälle und ist selbst in diesen noch von dem zufälligen Einflusse des Lichtes abhängig; lauter Umstände, welche beweisen, daß die Willenskraft einen unmittelbaren Einfluß auf die Iris nicht ausübt. Mit Bezug hierauf könnten die Pupillenbewegungen unter der Herrschaft des Ganglion stehen, wenn nicht nach den im Vorhergehenden mitgetheilten Erfahrungen das Gehirn als deren Centrum erschiene. Einen schwachen Lichtstrahl in dieses Dunkel werfen die Erfahrungen, die ich in meinem Beitrag zur näheren Kenntniß der motorischen Nervenwirkungen kürzlich bekannt gemacht habe [2]). Die Pupillenbewegungen, welche entstehen, wenn man die Wurzeln des 3ten

---

[1]) S. dieses Wörterbuches Band II., Seite 600.
[2]) Müller's Archiv. 1845. S. 406.

Nervenpaares in die Kette des magneto-elektrischen Rotationsapparates bringt, haben nicht den Charakter directer Reizbewegungen, sondern vielmehr solcher, welche auf Uebertragung des motorischen Reizes von einem Fasersysteme auf ein anderes, im Innern eines Centralorganes, basirt sind. Es hat vorläufig den Anschein, als ob die Pupillenbewegung durch Lichtreiz auf einem doppelten Reflex beruhe. Die centripetalen Fasern des Sehnerven erregen durch das Mittelglied des Gehirnes die centrifugalen Fasern des 3ten Nervenpaares, und weiter erregen diese durch das Mittelglied des Ciliarknotens die motorischen Nerven der Iris. Derartige complicirte Vorgänge sind nicht ohne Analogie. Auch wenn ein Schrecken erregender Anblick Herzklopfen erzeugt, scheint ein doppelter Reflex zunächst im Gehirne und dann in den Ganglien des Herzens stattzufinden.

Mit der Annahme, daß die Bewegungen der Iris zunächst von sympathischen Fasern ausgehen, stimmen auch anderweitige Erfahrungen so ziemlich zusammen. Reizung des 3ten Nervenpaares erzeugt stets Contraction, nie Expansion der Pupille, und da kein anderer Hirnnerv einen Einfluß auf die Iris ausübt, so liegt es nah, auch hier an die Vermittelung des Sympathicus zu denken. In der That bemerkten verschiedene Beobachter, daß nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse Verengerung der Pupille eintrat, was anzudeuten scheint, daß von ihm eine expandirende Kraft ausgehe, welche der Tendenz zur Contraction die Wage hält. In diesem Falle müßte Reizung des Sympathicus Erweiterung der Pupille zur Folge haben, was ich freilich im Experimente nicht finden konnte. Für den Einfluß des Sympathicus auf die Iris sprechen einigermaßen auch die Undulationen der Pupille, welche bemerkt werden, wenn man einen hellen Lichtstrahl plötzlich und vorübergehend in's Auge fallen läßt. Solche rhythmische Reactionen auf nur einen Reiz liegen mehr im Charakter der vegetativen als animalen Nerven. Endlich verdient selbst die Langsamkeit der Irisbewegungen einige Rücksicht. Obschon sich die Bewegungen der Pupille mit denen der Augenmuskeln associiren, so beschränkt sich doch diese Association auf die Fixationsbewegungen, welche, wie oben gezeigt wurde, die langsamsten Bewegungen der Augenmuskeln sind, welche vorkommen. Führt man die Fixationsbewegungen abwechselnd auf ein nahes und fernes Object so rasch aus als möglich, so sind die Pupillenbewegungen geringer, als wenn man sie langsam ausführt. Bringt man in gleicher Entfernung vom Auge ein brennendes Licht und eine Stecknadel an und experimentirt in der Weise, daß man unter einem Visirwinkel von 10° möglichst schnell auf das eine und das andere Object blickt, so gerathen die Pupillenbewegungen in Unordnung, sie erfolgen langsamer als die Augenbewegungen, und es begiebt sich, daß die Pupille gerade bei Fixation der Lichtflamme am meisten contrahirt ist.

IV. Physiologische Optik.

A. Gang der Lichtstrahlen.

Das gegenständliche Sehen ist dadurch bedingt, daß ein Bild des Objectes auf der Netzhaut entsteht, welches dem Objecte conform ist. Im Auge des Menschen, wie überhaupt in jedem einfachen Auge, geschieht dies durch einen optischen Apparat, welcher mit der Camera obscura vergleichbar ist. Das Licht wird in den durchsichtigen Medien des Auges gebrochen und

in Folge der kugelförmigen Gestalt dieser Medien gesammelt. Das Licht, welches von einem leuchtenden Punkte kegelförmig divergirend in's Auge fällt, wird als kegelförmig convergirendes wieder in einem Punkte der Netzhaut zusammengeführt. Natürlich bildet jeder leuchtende Punkt eines Objectes einen solchen Doppelkegel und folglich auch einen besonderen Lichtpunkt im Auge. Die relative Lage der Lichtpunkte auf der Netzhaut ist dieselbe, wie die der leuchtenden Punkte im Objecte, nur umgekehrt, d. h. ein Dreieck mit nach oben gekehrter Spitze, bildet im Auge ein Dreieck, dessen Spitze nach unten liegt. Nur ein Lichtstrahl, welcher mit der Sehaxe und folglich mit dem Einfallslothe auf die brechenden Medien zusammenfällt, geht ungebrochen durch's Auge, während alle seitlich einfallenden Strahlen eben so oft eine Brechung erfahren, als sich das Brechungsvermögen der Medien ändert, durch welche sie hindurchtreten.

Nach den Untersuchungen von Brewster, Young und Chossat verhält sich das Brechungsvermögen verschiedener Theile des menschlichen Auges, wie folgt:

	Young.	Brewster.	Chossat.	Im Mittel.
Hornhaut	—	—	1,33	1,33
Wässerige Feuchtigkeit .	—	1,3366	1,338	1,337
Aeußere Schicht der Linse	—	1,3767	1,358	1,357
Mittlere Schicht derselben	—	1,3786	1,395	1,387
Kern derselben	1,485	1,3999	1,420	1,407
Glaskörper	—	1,3394	1,339	1,339

Schon aus dieser Tabelle ergiebt sich, daß das seitlich einfallende Licht vielmals gebrochen werde, in der Wirklichkeit erfährt es noch viel häufigere Brechungen; denn die Linse besteht nicht bloß aus drei Schichten, welche im Vorhergehenden willkürlich unterschieden wurden, sondern aus sehr vielen, deren Brechungsvermögen, je weiter nach innen, stetig zunimmt. Die Theorie ist nicht im Stande, den Lichtstrahl in allen seinen Abbeugungen zu verfolgen, auch handelt es sich in der Physiologie hauptsächlich nur um den definitiven Gang des Lichtes im Glaskörper, indem hiervon die Beantwortung zweier Hauptfragen abhängt, nämlich erstens: auf welche Punkte der Netzhaut das Bildchen falle, und zweitens in wiefern der Focus den Ansprüchen des deutlichen Sehens entspreche.

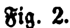
Listing hat sich um die Physiologie des Auges das große Verdienst erworben, in einer allgemein verständlichen Weise zu zeigen, wie sich die dioptrischen Vorgänge gestalten, wenn man die Betrachtung derselben in etwas vereinfacht [1]). Man kann für die gegenwärtigen Bedürfnisse der Physiologie sich die Annahme gestatten, daß der Sehapparat aus drei brechenden Mitteln bestehe, welche durch sphärische Flächen getrennt sind, deren Krümmungscentra in der Sehaxe liegen. Das erste Medium würde dann die Hornhaut mit dem Humor aqueus sein, das zweite die Linse, das dritte der Glaskörper. Im ersten Medium wird nach bekannten optischen Gesetzen das Licht gegen das Einfallsloth zu gebrochen. Dies ist die stärkste Brechung, welche das Licht erfährt, weil die Differenz zwischen der Dichtigkeit der Luft und der Hornhaut größer ist, als die Differenz zwischen der letzteren und den folgenden Medien, sowie auch dieser unter sich. In der Linse wird wegen des größeren Brechungsvermögens derselben, im Vergleiche zur Hornhaut und zum Augenwasser, der Lichtstrahl nochmals dem Einfallslothe

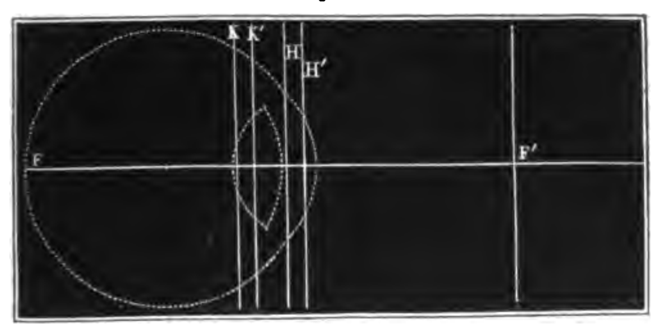
---

1) Beitrag zur physiologischen Optik, in den Göttinger Studien. 1845.

zu gebrochen, dagegen erfährt derselbe in dem minder dichten Glaskörper eine geringe Beugung abwärts vom Lothe.

Zur nähern Bestimmung des Lichtganges dienen 6 in der Augenaxe gelegene Punkte, welche in Figur 2 unter F', H', H, K', K, F, angegeben sind.


Fig. 2.



Gesetzt, das Auge sei für die unendliche Ferne eingerichtet, so vereinigen sich parallel einfallende Lichtstrahlen auf der Netzhaut in dem Focus F. Diesem inneren Brennpunkte entspricht ein äußerer, etwa um den halben Durchmesser des Auges vor der Hornhaut liegender Focus F'. In dem letzteren würde sich Licht vereinigen, welches parallel durch den Glaskörper nach außen ginge. Legt man durch die beiden Brennpunkte Ebenen (Focalebenen), so werden, abstrahirt von der sphärischen Aberration, alle parallel in's Auge fallenden Strahlen nach dreimaliger Brechung in irgend einem Punkte der hinteren Focalebenen vereinigt, und alle von irgend einem Punkte der vorderen Focalebenen in's Auge tretenden Strahlen treten ebenfalls nach erlittener Brechung in paralleler Richtung durch den Glaskörper.

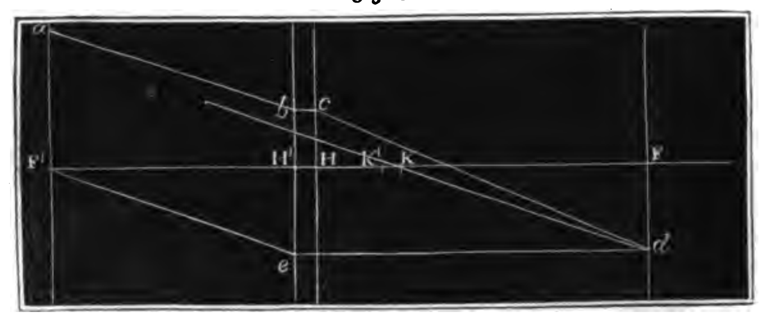
Die übrigen wichtigen Punkte sind erstens die von Gauß entdeckten beiden Hauptpunkte H' H, welche in der vorderen Augenkammer liegen und dann die von Listing sogenannten Knotenpunkte der Richtungslinien K' K, welche nahe an der Hinterfläche der Linse gelegen sind. Die Distanz der Hauptpunkte unter einander beträgt nur wenige Zehntheile eines Millimeters und ist gleich der Entfernung der Knotenpunkte unter sich. Ebenso ist die Entfernung des vorderen Hauptpunktes vom vorderen Focus gleich der Distanz des hinteren Knotenpunktes vom hinteren Focus. Die angeführten Punkte und Ebenen, zu welchen noch zwei durch H' H gelegte Hauptebenen zu rechnen sind, kommen nun nach Listing in folgender Weise zur Anwendung [1]: (Siehe Figur 3 auf der nächsten Seite.)

1) Ein in's Auge fallender Strahl, von beliebiger Lage, treffe die vordere Focalebene im Punkte a, die vordere Hauptebene im Punkte b, eine Parallele mit der Sehaxe durch b treffe die hintere Hauptebene in c, und eine Parallele mit a b durch den hinteren Knotenpunkte schneide die hintere Focalebene bei d, so giebt c d die Lage des Strahles im Glaskörper. — Ohne Zuziehung des Knotenpunktes würde man d auch durch die Linien F' e

[1] Listing a. a. O. S. 11. Ich erlaube mir im Folgenden die Darstellung des Herrn Verfassers fast wörtlich wieder zu geben, da die außerordentliche Präcision derselben eine weitere Zusammendrängung des Gegenstandes nicht zuläßt.

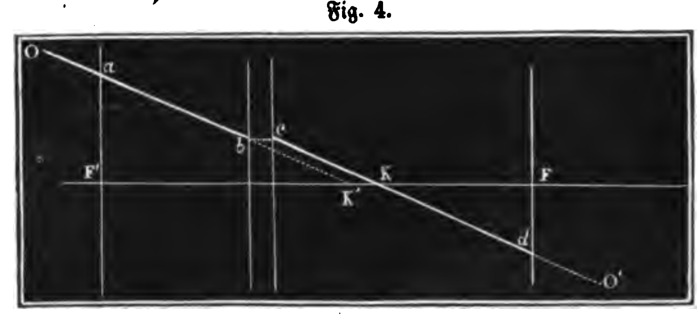
und *e d* finden, die erste parallel zum einfallenden Strahle die zweite parallel zur Axe ziehend.

Fig. 3.



Wäre also ein Strahl gegeben, welcher über *b* hinaus verlängert nach *K'* ginge, so würde er nach erlittener Brechung mit der Linie *K' d* zusammenfallen, d. h. ein nach dem vorderen Knotenpunkte zielender Lichtstrahl bewegt sich im Glaskörper in derselben Richtung und erscheint bloß um die Distanz der Knotenpunkte längs der Axe verschoben. Nennt man nun mit Listing eine gerade Linie, welche vom leuchtenden Objecte bis zum vorderen Knotenpunkte gezogen wird, erste Richtungslinie, und eine, durch den hinteren Knotenpunkt gehende, mit der vorigen parallele, zweite Richtungslinie, so geht ein längs der ersten Richtungslinie einfallender Strahl nach der Brechung längs der zweiten Richtungslinie. Dieses Verhältniß erläutert Figur 4, in welcher *O* das Object, also O *K'* die erste Richtungslinie und *K O'* die zweite darstellt.

Fig. 4.

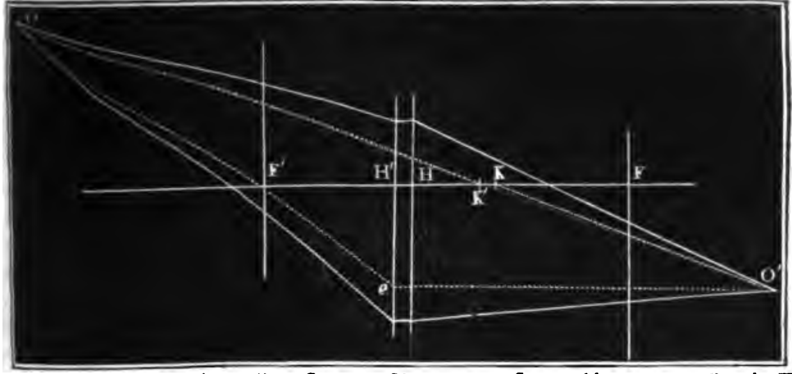


2) Weiß man aus dem Vorhergehenden den Weg jedes einzelnen Lichtstrahles, so weiß man auch, in welchem Punkte ein zusammen gehöriges System von Strahlen vereinigt wird, d. h. man kennt dann auch den Ort des Bildes, in wiefern dasselbe entweder auf die Netzhaut fällt, wo es deutlich erscheint, oder vor oder hinter dieselbe, wo die Deutlichkeit mangelt. Es genüge beispielsweise einige Fälle in Betracht zu ziehen.

Gesetzt, das Auge wäre für paralleles Licht adaptirt, so würden die Strahlen eines Fixsternes auf der Netzhaut vereinigt werden, und das deutliche Bild müßte in dem Punkte derselben liegen, welcher von der hinteren Richtungslinie geschnitten würde. Liegt dagegen, bei derselben Einrichtung des Auges, der leuchtende Punkt in endlicher Ferne, vor der vorderen Focalebene,

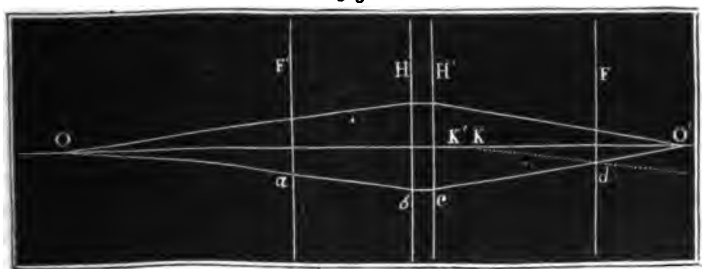
so convergiren die Lichtstrahlen im Auge gegen einen jenseits der hinteren Focalebene gelegenen Punkt der zweiten Richtungslinie, den man findet, wenn man die oben an Figur 3 erörterte Construction auf einen mit der ersten Richtungslinie $O\,K'$ nicht parallel einfallenden Strahl anwendet.


Fig. 5.



Liegt das Object O außer der Augenaxe, so verbinde man O mit F' durch eine gerade Linie, verlängere sie bis zur vorderen Hauptebene, bis e, und ziehe von hier parallel zur Axe eine gerade Linie, so ist der Durchschnittspunkt O' dieser letzteren mit der zweiten Richtungslinie $K\,O'$ das reelle Bild von O. — Liegt aber der strahlende Punkt in der Augenaxe (Fig. 6), so ziehe man einen zur Axe geneigten Strahl $O\,b$, bestimme nach der bei Fig. 3 gegebenen Vorschrift den ausfahrenden Strahl $c\,d$, so wird der Durchschnittspunkt O' desselben mit der Axe (mit welcher nun beide Richtungslinien zusammenfallen) das gesuchte Bild sein [1]).

Fig. 6.



Aus dem Gesagten ergiebt sich von selbst, daß die Focalpunkte keine festen sind, sondern ihrer Lage nach von der Entfernung der Objecte oder dem Accommodationszustande des Auges abhängen. Eben so müssen sich mit letzteren die Haupt- und Knotenpunkte verschieben, obschon in geringerem Maße. Ferner enthält die gegebene Darstellung den theoretischen Beweis, daß der Axenstrahl des Lichtkegels, welcher den Mittelpunkt der Pupille, oder wie Andere wollen, den Mittelpunkt der Linse schneidet, keineswegs der Richtungsstrahl ist, welcher dem gesammelten Lichte seine Stelle auf der

[1]) Die bei Fig. 3 gegebene Vorschrift war nämlich die: parallel mit dem einfallenden Strahle (hier $a\,b$) ziehe man die zweite Richtungslinie ($K\,d$), und wo die zweite Richtungslinie die hintere Focalebene schneidet (bei d), da muß auch der durch den Glaskörper gehende Strahl (hier $c\,d$) sie schneiden.

Netzhaut anweist, ein Irrthum, welchen ich auf experimentellem Wege schon in meinen Beiträgen zur Physiologie des Gesichtssinnes (Seite 24) widerlegt hatte.

Im Vorhergehendem ist die Bedeutung der 6 optischen Punkte und der 4 durch dieselben gelegten Ebenen erörtert worden, die Anwendung der aufgestellten Regeln beim Gebrauche hängt nun von einer möglichst exacten Bestimmung der Lage dieser Punkte ab. Moser hat unter dem Namen Hauptpunkte die von Listing sogenannten Knotenpunkte untersucht und giebt an, daß der vorderste 3,‴193, der hinterste 3,‴276 hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut liege [1]). — Listing hat sich über die Lage der verschiedenen Punkte nicht mit Bestimmtheit ausgedrückt; wenn er indeß angiebt, daß die Knotenpunkte noch an der Hinterfläche der Linse liegen müßten, so würden sie, den mittleren Dimensionen des Auges zufolge, nahebei 4‴ hinter den vordersten Punkt der Hornhaut zu stehen kommen.

Ohne von den im Obigen entwickelten optischen Theorien etwas zu ahnen, habe ich in meinen Untersuchungen über den Kreuzungspunkt der Richtungslinien ein empirisches Material geliefert, welches bei der Bestimmung der Hauptpunkte in Frage kommt. Ich nannte Richtungslinien solche gerade Linien, welche den leuchtenden Punkt mit seinem Netzhautbilde verbinden, und kam durch Beobachtungen und Experimente zu dem Schlusse, daß bei gleichbleibendem Accommodationszustande des Auges sich sämmtliche Richtungslinien in einem Punkte des Auges kreuzen. Diese Angabe ist mit den neuen mathematischen Entdeckungen einigermaßen vereinbar; denn es ist klar, was auch von Listing ausdrücklich bemerkt wird, daß mein Kreuzungspunkt der Richtungslinie nichts anderes ist, als eine Zusammenschmelzung der etwa 0,08‴ distanten Knotenpunkte in einen [2]). — Während also in dieser Beziehung meine früheren experimentellen Untersuchungen mit den Resultaten der mathematischen Forschung so ziemlich zusammenstimmen, findet sich eine bemerkliche Differenz in Bezug auf den Ort des Kreuzungspunktes, welchen ich fast in die Mitte des Auges glaubte legen zu müssen.

Hierin irrte ich, indem ich einerseits auf Beobachtungen am Kaninchen, bei welchem sich wirklich die Richtungslinien ganz nah am Mittelpunkte des Auges kreuzen, ein zu großes Gewicht legte, andererseits den mit meinem Gesichtswinkelmesser gefundenen Punkt im menschlichen Auge für den Kreuzungspunkt der Richtungslinien nahm, während er nur der Drehpunkt der Bewegung ist. Ich habe daher schon vor vier Jahren eine neue Reihe von Beobachtungen angestellt, welche zu beweisen scheinen, daß jener Kreuzungspunkt beträchtlich weiter nach vorn liegt, als ich früher behauptete, obschon nicht ganz so weit, als Mile, Knochenhauer und Andere annehmen, welche Sömmerrings nicht ganz richtige Angaben über den Radius der Hornhautkrümmung zum Ausgangspunkte ihrer Betrachtungen machten.

Nicht bloß bei weißen Kaninchen, sondern auch beim Menschen kann man das Netzhautbildchen einer Lichtflamme durch die Sclerotica hindurch sehen, ja man kann dies sogar an lebenden Personen, was von vornherein

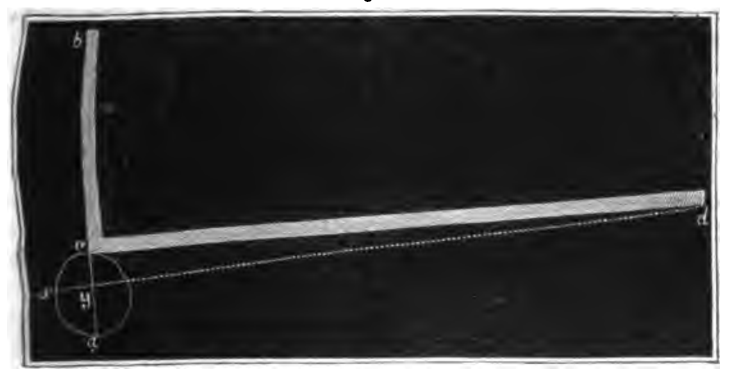
---

[1]) Repertorium der Physik von Dove. Bd. V. S. 364.

[2]) Wer sich an den Gebrauch der von mir benutzten Richtungslinien gewöhnt hat, kann denselben bei Behandlung der meisten Fragen ohne allen Nachtheil beibehalten. Denn obschon, streng genommen, zwei Richtungslinien existiren, welche parallel neben einander verlaufen, so fallen dieselben doch bei der geringen Distanz der Knotenpunkte, namentlich wenn die Objecte nicht zu weit seitlich von der Sehaxe liegen, so gut wie zusammen.

sehr paradox scheint. Am geeignetsten zu diesen Beobachtungen sind Personen mit großen etwas vorspringenden Augen, blonde Leute, deren weiße Augenhaut durch einen bläulichen Schimmer ihre größere Durchsichtigkeit verräth. Wenn man einen Menschen von dieser Constitution das Auge möglichst stark nach außen wenden läßt, und dann wiederum nach außen, unter einem Winkel von 80 — 85° eine helle Lichtflamme anbringt, so kann man das Netzhautbildchen in der Gegend des inneren Augenwinkels durch die Sclerotica hindurchschimmern sehen. Bei einem jungen Mädchen sah ich dieses Bild so deutlich, daß ich die Umkehrung der Flamme wahrnehmen konnte. Ich habe dieses interessante Verhältniß benutzt, um über die Lage der Richtungslinien im Menschen directe Versuche anzustellen.

Fig. 7.



Ich nahm ein Winkelmaß *b c d*, dessen sehr lange Arme sich unter einem Winkel von 82° vereinigten, legte es auf einen Tisch, so daß der Winkel *c* über den Rand desselben frei vorsprang und richtete bei *b* eine Stecknadel, bei *d* aber eine brennende Kerze auf [1]). Dann näherte die zum Experimente erwählte Person das stark nach außen gewendete Auge dem Apparate in der Weise, daß der vorderste Punkt der Hornhaut über dem Punkte *c* des Winkelmaßes schwebte, und daß die Linie *c b* eine Fortsetzung der Augenaxe *a c* bildete. War nun das Flammenbildchen im inneren Augenwinkel deutlich, so maß ich die Entfernung desselben vom Rande der Iris mit dem Zirkel, nachdem vorläufig die Breite der Iris durch Zirkelmessung bereits bestimmt worden war. Nennen wir die erste Entfernung *A*, die Breite der Iris *B*, so betrug die Entfernung des Flammenbildchens vom vordersten Punkte der Hornhaut $A + \frac{1}{2} B$.

Es kam nun darauf an, zu bestimmen, an welchem Punkte eine gerade Linie, welche von der Lichtflamme bei *d* zu dem Flammenbildchen bei *x* gezogen würde, die Augenaxe kreuzte. Dieser Punkt (*y*) wäre dann der Kreuzungspunkt der Richtungslinien. Das einzige Mittel, diesen Punkt zu finden, war, die Figur des Auges und Winkelmaßes unter Beibehaltung der gefundenen Größenverhältnisse auf Papier zu tragen und die Richtungslinie in die Figur hinein zu zeichnen. Zur Aufzeichnung des Auges wurden die oben mitgetheilten Angaben von Krause über die Formen und mittleren

1) Mein verehrter College Marchand verschaffte mir Gelegenheit, statt der Kerze eine weißglühende Platinkugel anzuwenden, wo sich das Netzhautbildchen viel deutlicher darstellte.

Dimensionen des menschlichen Sehorganes benutzt. — Um den Leser nicht im Unklaren zu lassen, wie weit die Zuverlässigkeit solcher Messungen gehen, theile ich die Ergebnisse derselben im Einzelnen mit.

Erste Beobachtungsreihe, an einem Mädchen von neun Jahren; sehr klein für ihr Alter, Augen groß, Durchmesser der Iris 5,'''52; das Licht steht 82° nach außen in einer Entfernung von 37 Zoll; das Netzhautbild überaus deutlich.

a. Entfernung des Bildes von der Iris = 4,'''32.
b. » » » » » » = 5, 40.
c. » » » » » » = 4, 80.
d. » » » » » » = 4, 56.

Im Mittel von 4 Beobachtungen = 4,'''77.

Entfernung des Kreuzungspunktes der Richtungslinien vom vordersten Punkte der Hornhaut = 4,'''08.

Zweite Beobachtungsreihe, an meinem Auge angestellt; Durchmesser der Iris 5,'''28; Aufstellung der Kerze wie vorher; Netzhautbild undeutlich; die Messungen vom Herrn Professor Senff ausgeführt.

a. Entfernung des Netzhautbildes von der Iris = 5,'''04.
b. » » » » » » = 5, 40.
c. » » » » » » = 5, 28.

Im Mittel von 3 Beobachtungen = 5,'''24.

Entfernung des Kreuzungspunktes vom vordersten Punkte der Hornhaut = 4,'''44.

Dritte Beobachtungsreihe, am Auge des Herrn Professors Bidder; Durchmesser der Iris = 4,'''80; Aufstellung des Apparates wie vorher; Netzhautbild undeutlich; die eine Messung von Senff, die andere von mir ausgeführt.

a. Entfernung des Bildchens von der Iris = 4,'''80.
b. » » » » » » = 4, 68.

Im Mittel von 2 Beobachtungen = 4,'''74.

Entfernung des Kreuzungspunktes vom vordersten Punkte der Hornhaut = 3,'''46.

Vierte Beobachtungsreihe, an Herrn Stud. Lanz; Auge sehr groß; Durchmesser der Iris 5,'''64; Apparat wie vorher; Netzhautbild sehr deutlich.

a. Entfernung des Bildchens von der Iris = 4,'''80.
b. » » » » » » = 4, 56.
c. » » » » » » = 4, 20.

Im Mittel von 3 Beobachtungen = 4,'''52.

Entfernung des Kreuzungspunktes vom Centrum der Hornhaut 3,'''72.

Fünfte Beobachtungsreihe, an Herrn Professor Marchand; Durchmesser der Iris 5,'''75; Winkel, unter welchem die Lichtstrahlen in's Auge fielen 83°; Entfernung der weißglühenden Platinkugel vom Auge 15''; Lichtbild sehr deutlich.

a. Entfernung des Bildchens von der Iris = 4,'''07.
b. » » » » » » = 4, 34.
c. » » » » » » = 4, 25.

Im Mittel von 3 Beobachtungen = 4,'''22.

Entfernung des Kreuzungspunktes vom Centrum der Hornhautkrümmung = 3,'''36.

Ziehen wir aus allen vorliegenden Beobachtungen die Mittelzahlen, so läge der Kreuzungspunkt der Richtungslinien:

a. Hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut 3,'''97.
b. Vor dem hintersten Punkte der Linse . . 0,'''43.
c. Vor dem Axenpunkte der Netzhaut . . . 6,'''23.

Diese Werthe liegen denen von Moser und Listing gefundenen bereits sehr nah, und die noch stattfindende Differenz wird nicht allein meinen Beobachtungen zur Last fallen. Auch die Rechnungen der Physiker beruhen auf Erfahrungen, welche manchem Zweifel Raum geben, nämlich auf den bis dahin ziemlich mangelhaften Bestimmungen der Form und des Brechungsindex der durchsichtigen Medien.

Während meine früheren Angaben über die Lage des Kreuzungspunktes einer Berichtigung bedurften, bleibt Alles in Giltigkeit, was ich über die Deckung der Gesichtsobjecte bemerkt habe. Gegenstände decken sich, wenn sie in gleichen Richtungslinien liegen. Dieser Lehrsatz ist von Knochenhauer unnöthiger Weise angegriffen worden [1]). Um ausführlichere Entgegnungen zu vermeiden, welche hier unangebracht sein würden, beschränke ich mich auf die Bemerkung, daß Knochenhauer ganz richtig den Gang des Lichtes angiebt, aber unberücksichtigt läßt, daß wenn von zwei Objecten, die sich decken, das eine unvermeidlich im Zerstreuungskreise erscheint, von etwas anderem als von Coincidenz der Mittelpunkte des deutlichen und undeutlichen Bildes gar nicht die Rede sein könne. Nur wenn Gegenstände in gleichen Richtungslinien liegen, kommt es zu dieser Coincidenz.

B. Von dem Brennpunkte.

Die Optik verlangt, daß das Licht, welches von jedem leuchtenden Punkte in einem divergirenden Kegel in's Auge fällt, auf der Netzhaut wieder gesammelt werde. Benutzt man aber die bisher bekannt gemachten Beobachtungen über die Form und die brechende Kraft der einzelnen Theile unseres Sehapparates, so ergiebt die Rechnung, daß der Focus nicht auf die Netzhaut, sondern 1 bis 1½ Linien hinter sie falle. Valentin hat zu zeigen gesucht, daß dieses Ergebniß der Rechnung auf physikalischen Mißverständnissen beruhe; indeß ist leicht zu sehen, daß das Mißverständniß nur auf seiner Seite sei, und daß die günstigeren Zahlenwerthe, die er findet, nicht bloß auf fehlerhaften Voraussetzungen, sondern auch auf falscher Rechnung beruhen.

Mein gelehrter Freund Senff in Dorpat hat diesen Gegenstand schon vor mehreren Jahren erledigt, aber leider seine werthvollen Untersuchungen noch immer nicht bekannt gemacht. Was ich vorläufig über dieselben mittheilen kann, ist Folgendes.

Der Grund, warum die bisherigen Rechnungen über die Vereinigung des Lichtes auf der Netzhaut mit den Messungen nicht übereinstimmen, liegt in der Unbekanntschaft der Optiker mit dem Umstande, daß der geschichtete Bau der Linse ihre brechende Kraft bedeutend erhöht. Senff hat auf experimentellem und theoretischem Wege entschieden, daß die Kraft der geschichteten Linse bei weitem größer ist, als wenn sie durch und durch aus einem so stark brechenden Stoffe gebildet wäre, als ihr dichterer Kern ist, während man ihr in den bisherigen Rechnungen immer eine mittlere Brechungskraft,

---

[1]) Poggendorf's Annalen. 1839. Bd. XXXXVI. S. 248.

zwischen der ihrer äußeren Schicht und ihres Kernes beilegte [1]). Bei einer Ochsenlinse wurde der Brechungsexponent 1,539 befunden, während der Brechungscoefficient der äußeren Schicht nur 1,374 und der des Kernes 1,453 war. An demselben Auge waren alle Dimensionen, Abstände und Krümmungshalbmesser, sowie die Brechungsexponenten der durchsichtigen Medien genau bestimmt worden, und als nun mit Zugrundlegung jener brechenden Kraft der Linse (1,539) die Berechnung des Ganges der Lichtstrahlen ausgeführt wurde, so wich der Vereinigungspunkt derselben nur um 0,1''' von der Netzhaut ab, eine Größe, welche unter den Beobachtungsfehlern liegt.— Senff ist im Stande, diese außerordentliche Sammelkraft der Linse auch theoretisch zu erklären. Er entwickelte eine Formel, welche er auf 6, in Bezug auf ihr Brechungsvermögen untersuchte, Schichten der Linse anwendete, und die Rechnung ergab eine Kraft von 1,541, was mit der empirisch gefundenen von 1,539 in überraschender Weise zusammenstimmt.

Die meisten Schriftsteller über das Auge sprachen von der Vereinigung des Lichtes, als wenn sie eine vollkommene wäre. Einige erwähnten zwar die Abweichung der Lichtstrahlen in Folge der Kugelgestalt, aber erst Sturm hat darauf aufmerksam gemacht, daß eine Aberration der Strahlen unvermeidlich dadurch herbeigeführt werden müsse, daß mehrere Krümmungsoberflächen der brechenden Medien nichts weniger als sphärisch, ja nicht einmal durch Umdrehung einer Curve um eine gemeinsame Axe regelmäßig gebildet wären. Derselbe entwickelt den Gang des Lichtes durch Medien mit ellipsoidischen Oberflächen, wie solche den neueren Untersuchungen zufolge dem Auge zukommen. Berücksichtigt man vorläufig nur die größte und die kleinste Krümmungsoberfläche des Ellipsoids, so liegen die Lichtstrahlen in zwei Ebenen, welche sich rechtwinklig schneiden. Ist, wie im Auge, die verticale Axe des Ellipsoids die kleinere, so werden die in ihre Ebene fallenden Strahlen zeitiger vereinigt, als die Strahlen, welche in der Ebene der größeren horizontalen Axe liegen. Die Brennpunkte liegen also in der optischen Axe hinter einander, und zwischen beiden erfährt das Licht die größte Concentration. Hiermit entsteht, statt des punktförmigen Focus, ein in die Länge gezogener Lichtraum. Die Gestalt des beleuchteten Areals ist in jedem Focus eine lineare und, indem beide Lichtlinien sich rechtwinklig kreuzen, entspricht dem vorderen Brennpunkte im Auge ein horizontaler, dem hinteren dagegen ein perpendiculärer Lichtstreifen. Jeder dieser linearen Lichtstreifen geht, nach dem andern zuwärts, in die Gestalt einer Ellipse über, deren große Axe allmälig abnimmt, während die kleine sich vergrößert, bis die Ellipse zum Kreise wird. Es geht also der horizontale Lichtstreifen durch die Ellipse mit horizontaler Längenaxe in die Form des Kreises und aus dieser durch die Ellipse mit perpendiculärer Längenaxe in den senkrechten Lichtstreifen über [2]). — Bei einem Herrn Airy machten sich diese Brechungsverhältnisse in dem Grade geltend,

---

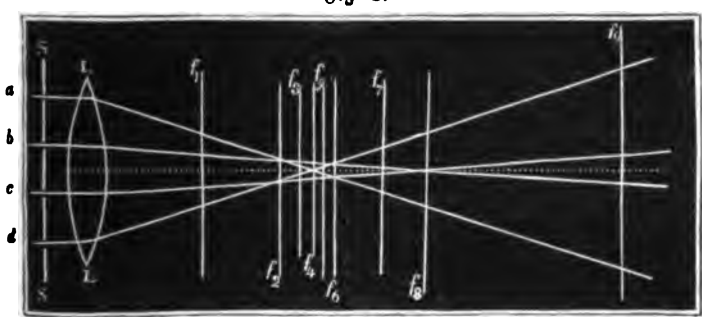
[1]) Das Paradoxe der Senff'schen Angabe verschwindet bei folgender Betrachtung: Wenn der stark brechende Kern einer Linse von einer wenig brechenden Substanz umgeben würde, deren vorderer und hinterer Krümmungshalbmesser unendlich groß wäre, so müßte das durch eine solche Linse durchtretende Licht noch immer gesammelt werden. Würde man dagegen bei einer so gestalteten Linse der äußeren wenig brechenden Schicht die Brechungskraft des Kernes ertheilen, so würde nunmehro das Licht nicht mehr gesammelt werden können, oder vielmehr in unendlich geringem Maße. Senff's Beobachtung kommt darauf hinaus, zu zeigen, daß die inneren Schichten der Linse nicht nur durch zunehmende Dichtigkeit, sondern auch durch zunehmende Convexität wirken.

[2]) Comptes rendus. 1843. Nr. 9. 11. 17.

daß er einen entfernten leuchtenden Punkt als einen queren Lichtstreifen erblickte. Derselbe bemerkte, daß von zwei schwarzen Linien, welche sich rechtwinklig kreuzten, abwechselnd die eine oder die andere dem Gesichte entschwand, je nachdem das Kreuz vom Auge entfernt oder demselben genähert wurde. In Uebereinstimmung mit der Theorie von Sturm ist auch die Bemerkung von Young, daß Lichtstrahlen, welche in horizontaler Richtung von einem leuchtenden Objecte ausgingen, bei 10″ Entfernung desselben in seinem Auge vereinigt wurden, dagegen perpendiculär einfallende Strahlen bei einer Entfernung von 7 Zollen.

Nur wenig Augen werden im Stande sein, sich von der Richtigkeit der Sturm'schen Theorie, welche übrigens mathematisch unangreifbar ist, auf experimentellem Wege zu überzeugen; dagegen kann ich auf eine Art von Versuchen aufmerksam machen, welche die Lichtzerstreuung jedem nur leidlich scharfen Auge bemerklich machen. — Um die Experimente zu verstehen, muß man wissen, was entsteht, wenn eine Linse das Licht, welches durch sie hindurch geht, nicht in einem Punkte vereinigt. Es sei in Figur 8 *L L* eine Linse, in welcher die Randpartien stärker brechen als deren Mitte; es seien ferner *a b c d* Lichtstrahlen, welche durch vier Oeffnungen eines durchlöcherten Schirmes *S S* auf die Linse fallen, so zeigt die Figur, an welchen Punkten ein Hintergrund, welcher mehr oder weniger weit von der Linse aufgerichtet ist, wie *f* 1, *f* 2 . . . *f* 9, von jedem Lichtstrahle getroffen wird.

Fig. 8.



Man sieht, wie nach Maßgabe der Entfernung des Hintergrundes von der Linse, sowohl die Zahl, als die relative Lage der Bilder sich ändert. So finden sich z. B. auf *f* 1 vier Bilder, auf *f* 2 nur zwei u. s. w.; ferner ist auf *f* 1 und *f* 9 die Reihefolge der Bilderchen genau die umgekehrte. Sollte auf jedem der 9 Hintergründe die Lage der Bilder durch die Buchstaben der Lichtstrahlen bezeichnet werden, von welchen sie abhängen, so würde die Zahl und Ordnung der Bilder durch folgendes Schema versinnlicht.

Fig. 8¹.

f 1	*f* 2	*f* 3	*f* 4	*f* 5	*f* 6	*f* 7	*f* 8	*f* 9
a						*d*	*d*	*d*
	a | *b*	*b*		*b*	*b* | *d*			
b		*a*	*b*	*d*		*b*		*c*
			a | *d*				*b* | *c*	
c		*d*	*c*	*a*		*c*		*b*
	c | *d*	*c*		*c*	*a* | *c*			
d						*a*	*a*	*a*

Ganz andere Verhältnisse zeigen sich bei einer Linse, in welcher die Randstrahlen weniger gebrochen werden, als die mittleren, wie ohne weitere Erläuterung sich aus Figur 9 ergeben wird.

Fig. 9.

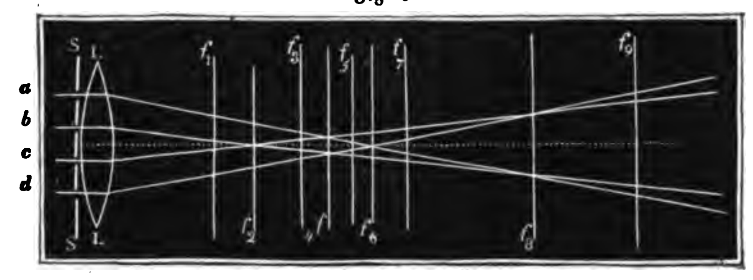
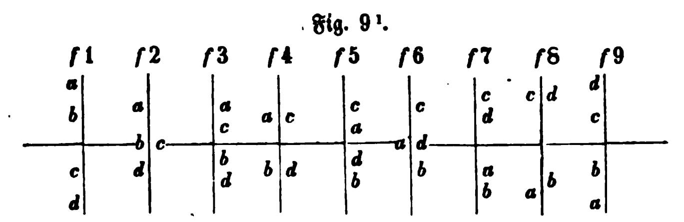


Fig. 9[1].



Wiederum anders gestalten sich die Verhältnisse in einer Linse, welche von den Fehlern der sphärischen Aberration frei ist. Die 4 Lichtstrahlen, von deren Betrachtung ausgegangen wurde, schneiden sich dann in einem Punkte, wovon die Folge ist, daß auf dem Hintergrunde nur ein Bildchen, oder, bei ungehöriger Distanz desselben von der Linse, deren 4 erscheinen. Dabei erfährt die Ordnung der Bilder nur eine einmalige Veränderung, nämlich eine Total-Inversion hinter dem Kreuzungspunkte der Lichtstrahlen, dagegen bleiben die respectiven Nachbarschaften derselben ganz unverändert.

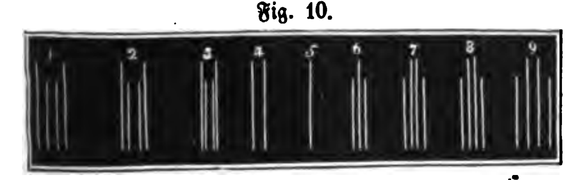
Es soll nun entschieden werden, welches der angegebenen 3 Verhältnisse im Auge stattfinde. Zu dem Zwecke lasse ich Lichtstrahlen durch 4 nahe bei einander gelegene Löcherchen eines Schirmes in das Auge fallen. Freilich kann der Hintergrund, auf welchem die Bilder sich darstellen, die Netzhaut nämlich, nicht wie in den vorhergehenden Versuchen verschoben werden, dagegen kann man das Object verschieben, von welchem das Licht in's Auge fällt, und es ist für die Vereinigung der Lichtstrahlen gleichgültig, ob man bei feststehendem Objecte die Distanz des Hintergrundes, oder bei fixirtem Hintergrunde die Distanz des Objectes von der Linse verändert.

Der bekannte Scheiner'sche Versuch lehrt bereits, daß man durch 4 Kartenlöcher ein in passender Sehweite gelegenes Object einfach, dagegen ein in unpassender Entfernung gelegenes vierfach sieht. Will man die Zerstreuung des Lichtes constatiren, so sind folgende Maßregeln nöthig: Man gebe den 4 Löchern im Schirme folgende Stellung ⁘, denn nur in diesem Falle wird man bequem über die Ordnung der Bilder urtheilen können, welche nach dem Vorausgeschickten für die Entscheidung der Frage so wichtig ist. Gesetzt nämlich, man sähe einen einfachen Punkt durch die 4 Löcher vierfach, so werden unvermeidlich 2 Punktbilder mehr nach oben und 2 mehr nach unten liegen, und es wird also, wenn die Ordnung der Bilder eine Veränderung erfährt, auch die relative Lage der beiden oberen Punkte zu den beiden unteren sich ändern. Als Object der Beobachtung wählt man am passendsten sehr feinen Draht, z. B. eine sehr feine, wohl polirte Nähnadel. Da die Löcher, durch welche man beobachtet, äußerst klein

fein müssen und folglich wenig Licht durchlassen, so muß man für eine besonders günstige Beleuchtung sorgen. Man experimentire entweder in reflectirtem Sonnenlichte, vor einem schwarzen Hintergrunde oder bei Lampenlicht, so daß die Nadeln gegen ein erleuchtetes Milchglas sich als Schatten absetzen. Ist das Object, welches man beobachtet zu dick, so verschmelzen die Bilder unter einander, wo sie noch Distanzen zeigen sollten, ist es zu fein (z. B. ein Spinnwebfaden), so wird es wegen Lichtmangel in größerer Entfernung gar nicht erkannt.

Das merkwürdige Resultat meiner Untersuchungen ist nun dieses, daß Augen von ganz entgegengesetzten Brechungsverhältnissen vorkommen, solche, wo die Randstrahlen des einfallenden Lichtkegels stärker gebrochen werden, als die der optischen Axe näher liegenden Strahlen, und umgekehrt [1]). Der entschiedenste Beweis für die Richtigkeit dieser Bemerkung läßt sich durch eine graphische Darstellung des Geschehenen geben. — Die Professoren E. H. Weber, Marchand, ich selbst und zwei meiner Zuhörer sahen eine Nadel, welche anfangs nur 2 Zoll weit vom Auge aufgesteckt und dann allmälig bis auf 24″ entfernt wurde, in nebenstehenden Bildern: (Fig. 10.)

Fig. 10.



Die Professoren Wilhelm u. Eduard Weber, Dr. Förster und mein Assistent, Hr. Hüttenheim, verzeichneten dagegen eine Ordnung der Bilder, wie in Fig. 11:

Fig. 11.

Es ist einleuchtend, daß die unter Figur 10 bemerkte Bilderfolge einer Linse angehört, deren Rand stärker bricht, als ihre Mitte. Das Bild Nr. 3 entspricht der Lage des Hintergrundes *f* 1 (bei Fig. 8) das Bild Nr. 4 correspondirt mit *f* 2, das Bild Nr. 5 umfaßt alle Brechungsverhältnisse zwischen *f* 3 und *f* 7, wo die verschiedenen Netzhautbilder so nahe beisammenliegen, daß sie nur eine Empfindung vermitteln, das Bild Nr. 6 entspricht dem Falle von *f* 8 und das Bild Nr. 9 dem von *f* 9.

Dagegen entspricht die unter Figur 11 gesehene Ordnung der Bilder sichtlich der Strahlenbrechung einer Linse, deren mittlere Partien eine stärkere brechende Kraft ausüben. Um nicht unnöthig weitläufig zu werden, bemerke ich nur, wie in der ersten Beobachtungsreihe (Figur 10) die beiden mittleren Nadelbilder sich allmälig den äußeren nähern und, mit diesen verschmelzend, aus 4 Erscheinungen 2 herstellen, während in der zweiten Reihe (Fig. 11) die beiden mittleren Nadelbilder sich gegenseitig nähern und durch endliches Zusammenfallen aus 4 Bildern nicht 2, sondern 3 herstellen.

C. Chromasie des Auges.

In der Regel erscheinen die Gesichtsobjecte ohne farbige Ränder, hier-

[1]) Man berücksichtige, daß ohne besondere Maßregeln, deren Auseinandersetzung hier zu weit führen würde, nur kurzsichtige, aber scharfe Augen die nachstehend beschriebenen Erscheinungen constatiren können.

auf beruht es, daß nicht selten das Auge für ein achromatisches Werkzeug gehalten wurde. Ein solches könnte unser Sehorgan nur dann sein, wenn die Spaltung des weißen Lichtes in seine farbigen Elemente, welche durch die Brechung desselben in den vorderen Medien des Auges unvermeidlich zu Stande kommt, durch die hinteren Medien corrigirt würde, d. h. wenn die durch das Brechungsvermögen des ersten Mediums zerstreuten Farbenstrahlen durch eine entgegengesetzte Brechung, in einem zweiten Medium, wieder vereinigt würden. Eine Einrichtung des Auges, welche diesen Ansprüchen genügte, ist nicht nur nicht nachweisbar, sondern das Auftreten farbiger Säume, unter gewissen Umständen, beweist auch, daß sie wirklich nicht vorhanden sei.

Verhältnisse, unter welchen farbige Ränder bemerkt werden, sind beispielsweise folgende: 1) Man betrachte das Fensterkreuz gegen weiße Wolken und schiebe eine Karte ganz nah am Auge allmälig über die Pupille, so erscheinen die Farbensäume, sobald die Pupille zur Hälfte bedeckt ist. Hat man das horizontale Stück des Kreuzes in's Auge gefaßt, und verdeckt die obere Hälfte der Pupille, so erscheint am unteren Rande des Objectes ein rothgelber Farbensaum, am oberen ein blauer; hat man dagegen den unteren Abschnitt der Pupille verdeckt, so treten dieselben Farben in umgekehrter Ordnung auf. Gleichgültig ist, ob man das Fensterkreuz in der Nähe oder aus der Ferne betrachtet, so daß die verschiedenen Accommodationszustände des Auges auf die Ordnung der Farben ohne Einfluß sind. — 2) Man steche in ein Kartenblatt ein Loch und betrachte durch dasselbe eine Nadel gegen einen weißen Hintergrund. Wenn sich das Loch nicht gerade vor der Mitte der Pupille befindet, so zeigt die Nadel auf der einen Seite einen blauen, auf der andern einen rothgelben Saum, und zwar zeigt sich letzterer stets an dem Conture der Nadel, nach dessen Seite das Loch von der Mitte der Pupille abweicht. Die Ordnung der Farben bleibt dieselbe, mag die Nadel diesseits oder jenseits der deutlichen Sehweite liegen. — 3) Wenn man im Scheiner'schen Versuche eine Nadel durch 2 Kartenlöcher doppelt sieht, so zeigen sich ebenfalls farbige Ränder. Ist das Doppelbild durch zu große Nähe des Objectes veranlaßt, so erscheinen die von einander abgewendeten Ränder der Nadeln blau, die einander zugewendeten rothgelb; befindet sich dagegen die Nadel jenseits der deutlichen Sehweite, so ist die Lage der Farbensäume die umgekehrte.

Sehr entscheidend für den vorliegenden Gegenstand ist auch eine Beobachtung Frauenhofer's [1]). Hat man im Gesichtsfelde des Fernrohres am Theodolith die rothe Farbe des Spectrums und ist das Ocular so gestellt, daß man den Mikrometerfaden vollkommen deutlich sieht, so verschwindet letzterer, wenn man die blaue Farbe des Spectrums in das Gesichtsfeld bringt. Um ihn wieder deutlich zu sehen, muß das Ocular bedeutend viel dem Faden näher gerückt werden, und zwar um mehr als das Doppelte der Längenabweichung wegen der Farbenzerstreuung der Ocularlinse. Dies beweist, daß die verschiedenen farbigen Strahlen im Auge nicht einerlei Vereinigungsweite haben, und daß das Auge nicht achromatisch ist.

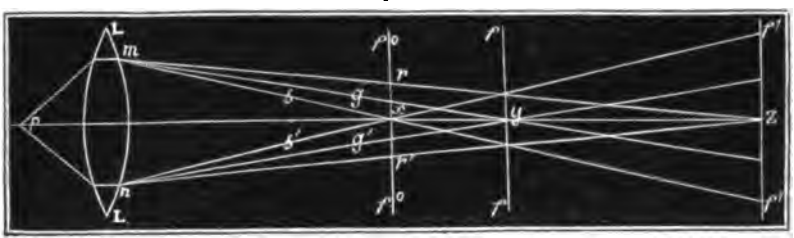
Unter diesen Umständen bleibt nur die Frage übrig, warum wir die Farbenzerstreuung nicht unter allen Umständen wahrnehmen? Eine genügende Antwort hierauf läßt sich nur mit Bezugnahme auf die Theorie der Farbenzerstreuung geben. — Gesetzt, man hätte eine Linse, welche von

---

[1]) Gilbert's Annalen. Bd. LVI. S. 304.

dem Fehler der sphärischen Aberration frei wäre, so würde auch in dieser eine Lichtzerstreuung stattfinden müssen, weil die verschiedenen Farbenstrahlen in demselben brechenden Mittel eine verschiedene Brechung erfahren. Berücksichtigen wir der Kürze wegen nur die drei Hauptfarben, so wird das blaue Licht stärker gebrochen, als das gelbe, und dieses stärker als das rothe. In Figur 12 sei L L die Linse, p ein leuchtender Punkt und p m, p n die Grenzstrahlen eines einfallenden Lichtkegels, so können b b' die blauen, g g' die gelben und r r' die rothen Farbenstrahlen bedeuten, welche ihre respectiven Brennpunkte bei x y z bilden.

Fig. 12.



Die Betrachtung der Figur ergiebt bereits, daß es für die Erscheinungen der Chromasie nicht gleichgültig sein könne, in welcher Entfernung von der Linse die Focalebene zu stehen komme. Liegt die Focalebene bei f f, wo die größte Concentration des Lichtes stattfindet, so würde, eben weil die verschiedenen Farben überaus nah beisammenliegen und theilweise sich decken, die Farbenzerstreuung hier weniger merkbar sein, als wenn man die Focalebene bei f^0 f^0, der Linse zu nah, oder bei f' f', von derselben zu fern, legt. Das menschliche Auge erblickt in der Entfernung des deutlichsten Sehens die Farbenränder gar nicht, unstreitig weil die Farbenzerstreuung in Folge einer gewissen Compensation der brechenden Mittel unter einander überhaupt gering und deshalb, in der günstigsten Focalweite, für unser beschränktes Empfindungsvermögen = 0 ist.

Die Figur lehrt auch, wie in der passenden Sehweite (repräsentirt durch die Focalebene f f) die eine Hälfte der Linse eine compensirende Kraft der anderen Hälfte gegenüber ausübt, denn indem die eine Hälfte die zerstreuten Farben in umgekehrter Ordnung auf die Focalebene trägt, als die andere, so entsteht wenigstens eine theilweise Deckung der verschiedenen Farben und hiermit Zurückführung zum ursprünglichen weißen Lichte. Auf diese Weise erklärt es sich, warum Verdeckung der halben Pupille mittelst einer Karte Farbensäume hervorruft, welche außerdem nicht bemerkt werden. — Eine ausführliche und gründliche Untersuchung des vorliegenden Gegenstandes verdanken wir Tourtual [1]).

D. Einrichtung des Auges für verschiedene Entfernungen.

Aus einem vorhergehenden Abschnitte ergiebt sich bereits, daß der Sammelpunkt der Lichtstrahlen von dem Winkel abhängt, in welchem sie in's Auge fallen. Ist der Sehapparat so eingerichtet, daß er Lichtstrahlen eines Objectes von bestimmter Entfernung auf der Netzhaut vereinigt, so kann er

1) Meckel's Archiv. 1830. S 129.

nicht gleichzeitig geeignet sein, auch Lichtstrahlen eines zweiten, entweder näheren oder ferneren, Gegenstandes auf derselben zusammenzubrechen.

Die vollständige Demonstration dieser Behauptung hängt von dem Gesetze ab, daß das Verhältniß zwischen dem Sinus des Einfallwinkels und dem Sinus des Brechungswinkels sich gleich bleibt, mag auch die Neigung des einfallenden Strahles gegen das brechende Mittel eine große oder kleine sein. Hieraus ergiebt sich dann weiter: 1) Wenn das Auge für entfernte Gegenstände eingerichtet ist und das Licht derselben auf der Netzhaut vereinigt, so werden die Strahlen jedes näher liegenden Objectes erst hinter der Netzhaut zur Vereinigung kommen. — 2) Wenn das Auge für ein nahes Object eingerichtet ist und dessen Lichtstrahlen auf der Netzhaut sammelt, so wird der Focus für alles aus größerer Ferne einfallende Licht vor die Netzhaut fallen. — Ueberhaupt liegt der Focus jedes näheren Objectes weiter nach hinten, als der eines entfernteren, und umgekehrt der Focus jedes entfernteren Gegenstandes mehr nach vorn, als der eines näheren.

In jedem Falle, wo der Focus nicht auf die Netzhaut fällt, wird auf dieser statt eines beleuchteten Punktes, eine beleuchtete Scheibe gebildet, deren Lichtintensität in demselben Grade geringer sein muß, als das Areal größer ist, auf welchem das Licht zerstreut wird. Liegen nun zwei leuchtende Punkte unmittelbar neben einander und in passender Entfernung vom Auge, so liegen die beleuchteten Netzhautpunkte, welche sie repräsentiren, ebenfalls unmittelbar neben einander. Werden dagegen dieselben leuchtenden Punkte bei unpassender Refraction gesehen, so können die Zerstreuungskreise derselben nicht neben einander Platz finden, sondern müssen ineinander übergreifen. Hierunter leidet die Deutlichkeit. Man denke sich nur, daß jeder Punkt einem andersfarbigen Lichtstrahle angehöre, so übersieht man gleich, daß bei diesem Vorgange eine gewisse Confusion der Empfindungen entstehen müsse.

Der im Vorhergehenden erörterte Einfluß der Entfernung auf die Deutlichkeit der Bilder, erlaubt keine Zweifel, indem das Auftreten von Zerstreuungskreisen, bei unpassender Sehweite, die unvermeidliche Folge optischer Gesetze ist. Dessenungeachtet suchte Treviranus zu erweisen, daß wir mit Hilfe einer geschichteten Krystallinse sowohl nahe als ferne Gegenstände gleich deutlich sehen könnten [1]). Daß der treffliche Physiolog durch verfehlte Benutzung mathematischer Formeln auf falsche Resultate gekommen, hat Dr. Kohlrausch theoretisch nachgewiesen; aber schon die physiologischen Erfahrungen sind ausreichend, das Irrige jener Behauptungen darzuthun.

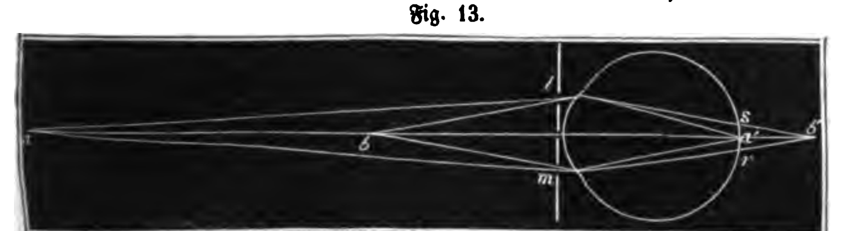
Ein besonders einleuchtender Beweis, daß das Auge die Fähigkeit nicht besitze, Gegenstände von verschiedenen Entfernungen gleich deutlich zu sehen, ist der von Scheiner. Man sticht durch eine Karte zwei kleine Löcher, etwa in der Distanz einer Linie, und betrachtet durch diese zwei Nadeln, deren eine näher, die andere ferner aufgesteckt ist, so nämlich, daß beide in die Sehare und innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens zu stehen kommen. Fixirt man nun beliebig die eine oder die andere Nadel, so erscheint jedesmal die nicht fixirte doppelt und nur die fixirte einfach. Der Grund ist folgender: Es sei in Fig. 13 *a* die entferntere Stecknadel und das Auge für diese eingerichtet. Es sei ferner *b* die zu nahe gelegene Nadel, und *l m* das doppelte Kartenloch. Die von *a* ausgehenden Strahlen *a l* und *a m* werden auf der Netzhaut bei *a'* vereinigt, die von *b* einfallenden Strahlen dagegen *b l* und *b m* vereinigen sich erst hinter derselben bei *b'*. Daher treffen die

---

[1]) Ueber die blättrige Textur der Krystalllinse des Auges. Bremen 1835.

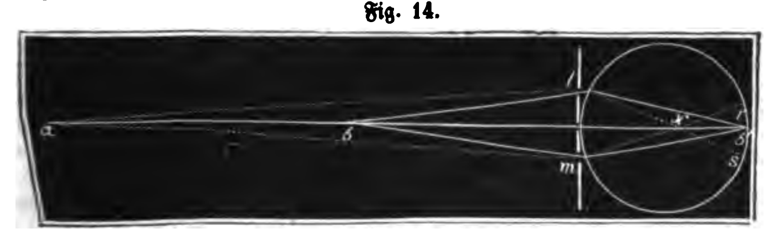
Strahlen von b, welche durch l in's Auge dringen, die Netzhaut bei s, während die durch m einfallenden dieselbe bei r treffen. So entstehen zwei blasse Bilder bei r und s, statt eines einzigen und intensiv beleuchteten bei a'.

Fig. 13.



Fixirt man dagegen b, so erscheint dieses einfach und a wird doppelt. Der Grund hiervon ergiebt sich aus Figur 14. Da das Auge für b passend eingerichtet ist, so vereinigen sich die Lichtbündel $b\ l$ und $b\ m$ auf der Netzhaut und formiren ihr Bild im Axenpunkte des Auges bei b'. Unter diesen Umständen liegt a zu fern, die Strahlen $a\ m$ und $a\ l$ haben ihren Focus bei x und der ausfahrende Strahl $l\ x$ geht weiter nach s, desgleichen geht $m\ x$ weiter nach r, so daß sich zwei blasse Bilder bei r und s statt eines einzigen bei b gestalten.

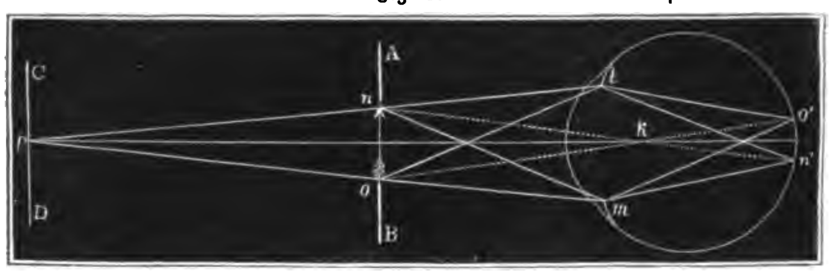
Fig. 14.



Die Richtigkeit dieser Deutungen ergiebt sich aus Folgendem. Verschließt man während der Beobachtung das eine der Kartenlöcher, so verschwindet im ersten Experimente, bei ungehöriger Nähe der Nadel, das Bild der entgegengesetzten Seite, im zweiten Versuche dagegen, wo die Nadel zu fern steht, das Bild der entsprechenden Seite. Man erinnere sich zunächst an die Erfahrung, daß die Lage, in welcher uns Gegenstände erscheinen, die umgekehrte von der ist, in welcher ihr Bild auf der Netzhaut sich wirklich darstellt. Verschwindet bei unpassender Nähe der Nadel das gegenüberliegende Bild, so mußte das Netzhautbildchen auf der Seite des verschlossenen Loches liegen, eine Anordnung, welche nur möglich ist, wenn die gebrochenen Lichtstrahlen erst hinter der Netzhaut vereinigt werden, wie Fig. 13 angiebt. Wenn dagegen, bei ungeeigneter Entfernung des Objectes, Verschluß eines Kartenloches das Bild der entsprechenden Seite verschwinden macht, so müssen diesmal Kartenloch und Netzhautbildchen auf entgegengesetzten Seiten gelegen sein. Figur 14 zeigt, daß dieser Fall durch eine Kreuzung der Lichtstrahlen vor der Netzhaut bedingt ist. Beide Fälle beweisen also, daß das Licht zu naher und zu ferner Objecte nicht auf der Netzhaut, sondern respective vor und hinter ihr vereinigt wird, und zwar nach Gesetzen, welche durch die Theorie der Linsengläser gegeben sind. Es würde sehr leicht sein, noch viele Erfahrungen anzuführen, welche auf das Schlagendste beweisen, daß das Auge nur die Gegenstände deutlich sieht,

welche in passender Sehweite liegen [1]; aber es scheint angemessener, im Allgemeinen nachzuweisen, wie die von Treviranus aufgestellte Behauptung auf unmöglichen Voraussetzungen beruhe. Zwar ist der Beweis, daß Lichtstrahlen, welche von Objecten verschiedener Entfernungen ausgehen, nicht in derselben Focalebene gesammelt werden können, schon in einem früheren Abschnitte (IV. A.) gegeben worden, doch werden Leser, welche in mathematischen Betrachtungen weniger geübt sind, folgende Darstellung verständlicher finden.

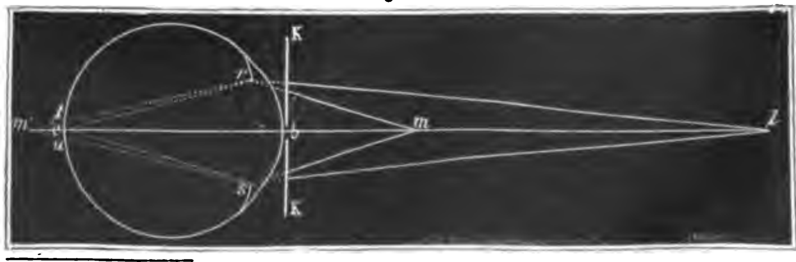
Fig. 15.



Treviranus behauptet, daß ein Object in der dem Auge nahe gelegenen Ebene *A B* weder deutlicher noch undeutlicher erscheine, als ein anderes in der entfernten Ebene *C D*. Gesetzt nun, es liege *n o* in passender Sehweite, so vereinigen sich alle Strahlen des Lichtkegels *l o m* bei *o'*, desgleichen alle Strahlen des Kegels *l n m* bei *n'*. Hieraus folgt, daß der Strahl *n l* nach *n'* und der Strahl *o m* nach *o'* gebrochen werde, wie schon der Gang der durch den Kreuzungspunkt *k* gezogenen Richtungslinien *o k o'* und *n k n'* andeutet. Gesetzt ferner, ein leuchtender Punkt läge in der entfernten Ebene *C D* da, wo die verlängerten Strahlen *l n* und *m o* in *p* sich schneiden, so müssen die von *p* ausgehenden Strahlen *p n l* und *p o m* auf dieselben Stellen der Netzhaut treffen, als die Strahlen *n l* und *o m*, nämlich auf *n'* und *o'*, indem die größere Entfernung, aus welcher die ersteren herkommen, auf die Richtung des Weges ohne allen Einfluß ist. Hieraus folgt schließlich, daß der leuchtende Punkt *p* und das aus vielen leuchtenden Punkten zusammengesetzte Object *n o* ein gleich großes Bild vom Durchmesser *n' o'* bedingen, und mehr ist nicht nöthig, um zu beweisen, daß das von *p* aus in's Auge fallende Licht eine Zerstreuung erfahre.

Diese Deduction wird durch ein interessantes Experiment von Mile noch anschaulicher. Es sei in Fig. 16 *k k* eine Karte, in welche man ein feines Loch bei *b* gestochen, und *l m* zwei Stecknadeln, welche man, in einiger Entfernung hinter einander, in der Visirlinie aufgerichtet hat.

Fig. 16.



[1] Man vgl. meine Beiträge S. 107.

Befindet sich nun *m* in passender Sehweite, und folglich *l* in zu großer Ferne, so bemerkt man bei seitlicher Verschiebung der Karte, daß die sich anfänglich deckenden Nadeln auseinander treten. Die in passender Sehweite aufgesteckte Nadel *m* behauptet bewegungslos ihren Stand, die zu fern liegende Nadel *l* dagegen bewegt sich mit dem Diopter in entsprechender Richtung. — Befindet sich aber die entfernte Nadel *l* in passender Sehweite, und steht *m* dem Auge zu nahe, so dreht die Erscheinung sich um, die entfernte Nadel bleibt, wenn der Diopter verschoben wird, ruhig, und bloß das Bild der zu nahe gelegenen Nadel bewegt sich, diesmal in der entgegengesetzten Richtung der Karte.

Die Erklärung des Phänomens liegt offenbar in Folgendem. Abstrahirt vom Einflusse der Karte, welche einen Theil des Lichtes auffängt, so sendet jede Nadel einen divergirenden Lichtkegel in's Auge, dessen Basis die Weite der Pupille *r s* ist. Gesetzt, *l* befinde sich in passender Sehweite, so wird das divergirende Strahlensystem *r l s* bei *c* vereinigt. Hier kann Verschiebung der Karte keine Verrückung des Netzhautbildes und folglich auch keine Bewegung der durch dasselbe bedingten Gesichtserscheinung veranlassen. Denn wenn die Diopteröffnung in der Weise verrückt würde, daß nur der Strahl *l r* in's Auge fallen könnte, so müßte, weil *c* der Focus aller Strahlen ist, auch *l r* nach *c* kommen, wie die Figur angiebt. Anders verhält es sich mit einem zu nahe liegenden Lichtpunkte *m*. Indem das von ihm ausgehende Licht erst hinter der Netzhaut bei *m'* vereinigt wird, bildet sich auf dieser ein Zerstreuungskreis vom Durchmesser *t u*. Befindet sich nun das Kartenloch in der Verlängerung der Sehaxe, so gelangt der Lichtstrahl *m b* wiederum nach *c* und die Bilder der Nadeln decken sich, verschiebt man dagegen die Karte in der Weise, daß nur der Strahl *m r* von *m* aus in's Auge gelangt, so schneidet der ausfahrende Strahl *r m'* die Netzhaut bei *t* und die Nadelbilder trennen sich. Der Grund, warum in dem einen Falle die Bewegung des Bildes der des Diopters folgt, im andern Falle entgegengesetzt ist, ergiebt sich aus dem, was bei Erörterung des Scheiner'schen Versuches ausführlich behandelt wurde.

Die hier mitgetheilten Thatsachen, zu welchen noch meine neuen Erfahrungen über die Bildung des Focus gerechnet werden können, beweisen auf das Bündigste, daß das Auge keineswegs das Vermögen besitzt, Licht, welches aus verschiedenen Entfernungen einfällt, mit gleicher Vollkommenheit auf der Netzhaut zu sammeln. Wenn Magendie, Holdat und Valentin auf experimentellem Wege zu anderen Resultaten kommen, so liegt dies nur an der Mangelhaftigkeit ihrer Beobachtungsmethode. Holdat fing das Licht, welches durch eine Krystalllinse getreten war, auf einem Hintergrunde auf und meinte zu finden, daß Lichtstrahlen, gleichviel ob sie aus der Ferne oder aus der Nähe einfielen, auf demselben Hintergrunde gesammelt würden. Magendie beobachtete die Netzhautbildchen an dem präparirten Auge eines weißen Kaninchens und fand die Deutlichkeit derselben von der Entfernung unabhängig. Valentin will sogar gefunden haben, daß Magendie's Behauptung auch für das künstliche Auge gelte. Abgesehen davon, daß ich bei Wiederholung der Versuche entgegengesetzte Resultate bekam, ist einleuchtend, daß selbst eine Bestätigung derselben bedeutungslos gewesen sein würde. Beobachtet man die Lichtbilder auf einem anderen Hintergrunde, als auf der eigenen Netzhaut, so unterliegen ihre Zerstreuungskreise derselben Verkleinerung, welche alle Objecte erfahren, welche im Auge sich bildlich darstellen. Bei einer Sehweite von 10″ ist das Netzhautbildchen gegen 16mal kleiner

als das Object, und wenn Jemand, um die Deutlichkeit eines Lichtbildes zu beurtheilen, dasselbe, statt es auf der eigenen Netzhaut aufzufangen, auf einem fremden Hintergrunde auffängt, der verkleinert dasselbe, wo zur Entscheidung der Zweifel Vergrößerung Noth thäte. Hätten Holdat und Magendie die Bilder, welche sie untersuchten, bei 16maliger Vergrößerung beobachtet, so hätten sie erst den Grad der Genauigkeit erreicht, der bei directer Beobachtung der Lichtbilder im eigenen Auge ganz ohne optische Hülfe stattfindet [1]).

Die alltägliche Erfahrung lehrt, daß wir Gegenstände der verschiedensten Entfernungen in der Zeitfolge gleich deutlich sehen können, und da dies gleichzeitig nicht möglich ist, so muß das Auge das Vermögen besitzen, sich der Entfernung entsprechend einzurichten. Wir nennen diese Fähigkeit Einrichtungs- oder Accommodationsvermögen. Verschiedene Individuen besitzen es in sehr verschiedenem Maße.

Kein Mensch kann Objecte deutlich sehen, welche dem Auge über einen gewissen Punkt genähert werden, und ebenso besteht für die meisten Menschen, wenn nicht für alle, ein entferntester Punkt, über welchen hinaus ein vollkommen deutliches Sehen nicht möglich ist. Ich habe verschiedene ungemein scharfsichtige Personen den Scheiner'schen Apparat benutzen lassen, ohne Jemand zu finden, welcher eine unbegrenzte Accommodationskraft für die Entfernung besessen hätte. Hueck kannte scharfsichtige Personen, bei welchen kleine wie große Objecte bei äußerst verschiedenen Sehweiten unter fast gleichen Gesichtswinkeln verschwanden, und folgert hieraus, daß ihre Augen sich für jede Entfernung zu accommodiren vermochten. Insofern nun Gegenstände, welche bei falscher Accommodation gesehen werden, unter größeren Gesichtswinkeln dem Auge verschwinden, als Objecte, deren Licht auf der Netzhaut vereinigt wird, scheinen jene Erfahrungen allerdings beachtungswerth [2]). Hueck nannte die beiden Punkte, zwischen welchen absolut deutlich gesehen werden kann, Fernpunkt und Grenzpunkt und giebt an, daß bei einigen Menschen beide zusammenfallen.

An das Vorhergehende knüpft sich die Frage, für welche Ferne das ruhende Auge adaptirt sei? Ich meinte früher für eine mittlere, und glaubte, daß sowohl die Einrichtung des Auges für ferne als für nahe Gegenstände eine Thätigkeit voraussetze. Ich stützte mich hierbei auf ein gewisses Gefühl der Anstrengung, welches mit dem Fixiren ferner Objecte verbunden ist, ein Gefühl, welches freilich auch andere Deutungen zuläßt. Zwei Gründe bestimmen mich gegenwärtig anzunehmen, daß das Auge im Zustande der Ruhe für seinen Fernpunkt accommodirt sei. — Erstens ist erwiesen, daß Augenstellung und Accommodation beim natürlichen Sehen zusammenpassen, und daß dieses, durch Gewohnheit uns zur andern Natur gewordene Zusammenfassen beider Thätigkeiten, nur in einigen wenigen Fällen und unter erkünstelten Verhältnissen aufhört. Da nun die ruhenden Augen, wenn auch nicht auf die unendliche Ferne, doch auf einen Punkt gerichtet sind, welcher viel weiter abwärts liegt, als der Fernpunkt der Accommodation, und da ferner die Stellung des ruhen-

[1]) Gerling, welcher die Netzhautbilder mit der Lupe prüfte, konnte nicht nur die verschiedene Deutlichkeit derselben unterscheiden, sondern sogar die verschiedenen Entfernungen des Focus von der Netzhaut, mittelst der Paralaxe der Bilder, messen. Poggendorff's Annalen. 1839. S. 243.

[2]) Freilich ist nur von fast gleichen Gesichtswinkeln die Rede, wodurch die Beweiskraft der Hueck'schen Erfahrung um so mehr beeinträchtigt wird, als für Gegenstände, welche jenseits der deutlichen Sehweite liegen, die Differenz der Entfernung nur überaus wenig Einfluß auf die Größe der Zerstreuungskreise hat.

des Auges nicht etwa mit absoluter Unthätigkeit der Muskeln, sondern nur mit einer minder lebhaften (Tonus) verbunden ist, so ist unwahrscheinlich, daß Kreuzung der Augenaxen jenseits des Fernpunktes mit einer Accommodation diesseits verbunden sein sollte. — Ein zweiter, wie mich dünkt ziemlich entschiedener Grund für die Ansicht, daß das ruhende Auge für den Fernpunkt adaptirt sei, stützt sich auf folgende Beobachtungen. Wenn ich durch zwei Kartenlöcher einen Faden mit einem Auge betrachte, welcher nun im gekreuzten Doppelbilde erscheint, und dann das Auge abwechselnd und unbefangen öffne und schließe, so liegt die Kreuzungsstelle jedesmal an demselben Punkte, und ich bin zwar im Stande, diese Stelle dem Auge näher zu bringen, nicht aber sie in größere Ferne zu verlegen. Accommodire ich mein Auge für einen nähern Punkt des Fadens, so daß ich ihn einfach sehe, schließe dann die Augen und öffne sie wieder, so liegt der Kreuzungspunkt der beiden Faden nicht mehr da, wo er vorher lag, sondern wiederum im Fernpunkte. Allem Anscheine nach bedürfen wir also zur Accommodation nur einer einseitigen Thätigkeit, nämlich nur einer solchen, welche die Focalweite vergrößert, ein Ergebniß, welches für die Untersuchung dieser noch dunkeln Thätigkeit nicht unwichtig ist.

Wir sind noch immer nicht im Stande, zu zeigen, worauf das Einrichtungsvermögen beruhe, wohl aber läßt sich nachweisen, daß die meisten Erklärungsversuche höchst unwahrscheinlich und manche vollkommen unhaltbar waren. Hierher rechne ich alle Hypothesen, welche Formveränderungen des Auges zu Hülfe nehmen. Eine derartige Behauptung ist die, daß die geraden Augenmuskeln den Bulbus gegen den unnachgiebigen Hintergrund der Augenhöhle zurückzögen, hierdurch die Hornhaut der Retina näherten und folglich die Augenaxe verkürzten. Allein das im Hintergrunde der Augenhöhle liegende Fettpolster ist kein unnachgiebiges, und ehe die verlangte Abplattung des Augapfels zu Stande kommen könnte, müßte er um ein Beträchtliches nach hinten gezogen werden. Galvanisirt man bei frisch getödteten Säugethieren das 3te Nervenpaar, so ist das Zurücktreten des Augapfels äußerst merklich, Beweis genug, daß ein mechanisches Hinderniß der Rückwärtsbewegung nicht vorhanden ist [1]. In lebenden Säugern und Menschen kommt aber ein Zurücktreten der Augen in ihre Höhlen nicht vor, woraus zu folgern, daß wir die Thätigkeit der vier geraden Augenmuskeln ebenso wenig zu combiniren vermögen, als etwa die Thätigkeit eines oberen und unteren.

Hiermit fällt nicht nur die erwähnte Hypothese zusammen, sondern gleichzeitig eine zweite, nach welcher die combinirte Wirkung der 4 geraden Augenmuskeln das Auge in der Richtung des Quer- und Höhendurchmessers zusammenpressen und in der Dimension der Sehaxe verlängern sollten. Ich gestehe übrigens nicht zu begreifen, wie die geraden Augenmuskeln geeignet sein sollten, einen Druck der erwähnten Art auszuüben, da sie ihrer Lage nach sich nur zu einer Retraction des Augapfels verbinden könnten. Eher noch ließe sich denken, daß durch eine gleichzeitige Thätigkeit der schiefen Augenmuskeln eine Verlängerung des Augapfels durch Querdruck bewerkstelligt würde. In der That umgeben diese Muskeln das Auge einigermaßen ringförmig, wer aber die Schmalheit der Sehne des M. obliquus sup. und ihren winkelförmigen Verlauf von der Rolle nach hinten und unten in Rücksicht nimmt, wird bekennen müssen, daß die hier benutzte Mechanik zur Hervorbringung eines gleichmäßigen Drucks auf den Querdurchmesser sehr wenig geeignet ist. Fast noch mißlicher

[1] Nach Ruete wird der Augapfel nach hinten gezogen, wenn die schiefen Augenmuskeln durchschnitten werden. Lehrb. der Opthalmol. S. 14.

scheint es, daß eine combinirte Thätigkeit der schiefen Augenmuskeln den Bulbus nach innen ziehen und hiermit den Drehpunkt des Auges verrücken würde, dessen Unbeweglichkeit erwiesen ist. Ein Einwurf, der alle vorerwähnten Hypothesen zugleich trifft, ist der, daß ein Muskeldruck, welcher die Dimensionen des Auges veränderte, auch die Form der Hornhautkrümmung modificiren müßte, da doch Formveränderung dieser, wie später zu zeigen, nicht vorkommen.

Ist nach dem Gesagten jeder Antheil der äußern Augenmuskeln am Accommodationsgeschäfte sehr unwahrscheinlich, so ist mit Präcision erweisbar, daß die Einrichtung des Sehapparates von ihnen allein nicht ausgehe. Nicht nur Durchschneidung einzelner Augenmuskeln, wie bei der Operation des Schielens, sondern sogar Paralyse des 3ten Nervenpaares kann ohne erheblichen Nachtheil der Accommodationskraft ertragen werden [1]). Dem ganz entsprechend kommen pathologische Zustände vor, wo das Einrichtungsvermögen, bei vollkommen freiem Muskelspiele des Auges periodisch beschränkt wird, ja ganz verloren geht. Die äußere Application von narkotischen Mitteln auf's Auge rückt die Fläche des bequemsten Sehens in eine größere Ferne, während sie das Einrichtungsvermögen für ferne und mehr noch für nahe Gegenstände beschränkt, gleichwohl haben diese Mittel auf das Spiel der äußeren Augenmuskeln keinen Einfluß.

Sollten nun Formveränderungen des Auges die Einrichtung für nahe und ferne Gegenstände vermitteln, so bliebe nichts übrig, als an Modificationen der Hornhautkrümmung zu denken. Indeß ist ein besonderer Muskelapparat zur Erreichung dieses Zweckes nicht vorhanden, und Veränderungen ihres Radius sind nur möglich, wenn die Muskeln, welche zur Bewegung des Auges dienen, durch einen Druck auf dieses allgemeine Formveränderungen zu Stande bringen. Hiermit stößt diese Hypothese auf alle die Schwierigkeiten, welche im Vorhergehenden schon geschildert wurden. Young suchte gegen Home durch Beobachtungen zu erweisen, daß eine Veränderung der Hornhautkrümmung beim Nah- und Fernsehen nicht eintrete, aber freilich lassen seine Untersuchungen manche Einwürfe übrig, wie Treviranus mit Recht hervorgehoben [2]).

Es gereicht daher der Wissenschaft zum großen Vortheil, daß Senff diese Untersuchungen mit scrupulöser Genauigkeit wiederholt hat. Mein gelehrter Freund hat mich in den Stand gesetzt, seine schon im Jahre 1838 gewonnenen Erfahrungen bekannt zu machen. Er benutzte zu den Untersuchungen dieselbe Methode, deren er sich zur Bestimmung der Hornhautkrümmung bedient hatte, und operirte in Gemeinschaft mit dem Anatomen Hueck und dem Astronomen Sabler. Das Auge, an welchem das Fensterbildchen gemessen wurde, adaptirte sich abwechselnd auf eine Entfernung von 4″ und 222″, das Nähere besagt die Tabelle.

---

1) Ruete, a. a. O. S. 101.

2) Biologie VI. S. 512 u. f.

Namen der Person, an deren Auge die Beobachtung angestellt wurde.	Name des Beobachters, welcher die Messung ausführte.	Krümmungshalbmesser der Hornhaut in Par. Linien.		Differenz.
		beim Fernsehen.	beim Nahsehen.	
Prof. Hueck . . .	Prof. Senff. . .	3,601	3,598	+ 0,003
Prof. Senff . . .	Prof. Hueck . . .	3,409	3,458	— 0,049
Prof. Senff . . .	Astronom Sabler.	3,486	3,510	— 0,024
Astronom Sabler .	Prof. Senff. . .	3,392	3,373	+ 0,019
Prof. Hueck . . .	Astronom Sabler.	3,675	3,674	+ 0,001
Stud. Rauch . . .	Prof. Senff . .	3,421	3,409	+ 0,012
		im	Mittel	— 0,006

Das Endresultat, daß der Krümmungshalbmesser der Hornhaut beim Nahsehen um 0,006‴ größer ist, als beim Fernsehen, steht also gerade dem entgegen, was vorausgesetzt werden mußte, um die Adaption zu erklären, worauf indeß kein Gewicht zu legen, da der wahrscheinliche Fehler des Endresultates 0,007‴ beträgt, woraus sich nun soviel als gewiß ergiebt, daß keine Veränderung des Halbmessers über 0,01‴ vorkommt. Eine so geringe mögliche Veränderung kann aber bei der Frage nach der Accommodation nicht in Anschlag kommen, da die Accommodation von 5″ auf 222″ nach Senff eine Veränderung um 0,435‴ in Anspruch nehmen würde[1]).

Finden nach dem Vorausgeschickten Formveränderungen des Auges bestimmt nicht Statt, so bleibt kaum etwas anderes übrig, als anzunehmen, daß die Krystalllinse entweder ihre Gestalt oder Lage verändere. Der erste Theil der Hypothese unterliegt großen anatomischen Schwierigkeiten. Die Linse besitzt keine Muskelfasern, ebenso wenig Nerven und Gefäße. Freilich giebt es Thiere, welche dieser Theile auch zu entbehren scheinen, aber in den höhern Thierklassen und beim Menschen scheint das Bewegungsvermögen, namentlich wo es unter dem Einfluß der Willkür steht, wie die Accommodation, ohne jene histologischen Grundlagen kaum denkbar. Daß Zeichen von Contractilität an der Linse nicht wahrgenommen werden können, bemerkte schon Treviranus, indeß hat Hueck wahrscheinlich zu machen gesucht, daß Zusammenziehung des Ciliarkörpers einen Druck auf das im Petit'schen Kanale enthaltene Wasser ausübe, und daß in Folge hiervon die Linse eine seitliche Compression erfahre. Senff fand durch Rechnung, daß eine Compression, welche den Querdurchmesser der Linse um $\frac{1}{8}$ verkleinere, zur Erklärung des Einrichtungsvermögens ausreiche.

Am meisten Theilnahme hat in neuerer Zeit die Annahme gefunden, daß das Einrichtungsvermögen durch Ortsbewegungen der Linse vermittelt werde. Das Hauptbedenken ist auch hier, daß sich der erforderliche Bewegungsapparat nur mit Hülfe von Hypothesen herbeischaffen läßt. Man suchte denselben in den Ciliarfortsätzen, welche wie das Strahlenband und die Iris organische Muskelfasern enthalten sollten. Wenn übrigens die Accommodation des Auges für die verschiedenen Entfernungen eine Verschiebung der Linse um $\frac{1}{2}$‴ oder etwas mehr bedürfte, wie Olbers, Moser und Senff (in einer früheren Arbeit) berechneten, so muß es höchst fraglich erscheinen, ob eine verhältniß-

[1]) Nach Olbers bedarf die Accommodation zwischen 5″ und der unendlichen Entfernung eine Veränderung des Hornhautradius von 0,720‴.

mäßig so große Bewegung durch einen Apparat, wie der angeführte, hervorgebracht werden könne. Die Linse liegt 1/8''' hinter der Pupille und würde demnach, bei Accommodation des Auges auf sehr nahe Objecte, die Iris um 3/8''' nach vorn schieben müssen. Eine weitere Schwierigkeit erwächst aus dem Umstande, daß Wasser nicht comprimirbar ist und daß demnach die Linse nicht vordringen kann, ohne den humor aqueus bei Seite zu drängen. Wohin die wässerige Feuchtigkeit entweiche, und wie der hinter der Linse entstehende freie Raum ausgefüllt werde, sind zwei Fragen, welche beantwortet werden müssen, ehe die Hypothese von der Linsenbewegung als einigermaßen begründet gelten kann.

Niemand hat sich um die Auflösung dieser Zweifel mehr bemüht, als mein verewigter Freund Hueck. Er trug Bedenken, die Bewegung der Linse von einem Zuge der Ciliarfortsätze abzuleiten, gewiß mit Recht, da diese der Muskelfasern entbehren, und vielleicht nicht einmal fest mit der Linsenkapsel zusammenhängen. Er nahm vielmehr an, daß Zusammenziehung des Strahlenbandes den flüssigen Inhalt der Zonula ciliaris in einer solchen Weise drücke, daß die Linse in ihrem Querdurchmesser verschmälert, also überhaupt gewölbt und durch den vordringenden Glaskörper nach vorn geschoben werde. Die wässrige Feuchtigkeit aber entweiche in eine Unterabtheilung des Fontana'schen Kanals (Canalis Fontanae anterior), welcher durch feine im Winkel der Iris und Hornhautverbindung gelegene Spaltöffnungen mit der vordern Augenkammer zusammenhänge [1]).

Leider stehen auch dieser Hypothese manche Bedenken entgegen. Es ist kaum glaublich, daß ein, durch die Zonula ciliaris vermittelter Druck eine Gestaltveränderung der Linse bewirken sollte, auch ist das Ausweichen der wässrigen Feuchtigkeit, wovon das Vordringen der Linse abhängt, nicht recht verständlich. Hueck scheint übersehen zu haben, daß sein vorderer Fontana'scher Kanal (dessen Gegenwart übrigens von Krause bestritten wird) selbst vor der Linse liegt, und im Grunde nur einen Anhang der vordern Augenkammer bildet. Dringt Wasser in diesen Kanal, so dehnt er sich aus, und beschränkt den Raum der eigentlichen Augenkammer genau in demselben Maße, als er selbst an Umfang zunimmt. Mit diesem Mechanismus wird daher für das Entweichen der wässrigen Feuchtigkeit kein Raum gewonnen.

Die Annahme, daß eine Bewegung der Krystalllinse die Einrichtung des Auges vermittle, hat also manches Mißliche, gleichwohl sind die Schwierigkeiten, welche ihr früher entgegenstanden, durch die neuesten Untersuchungen um ein Wesentliches vermindert worden. Da nach Senff's Untersuchungen die brechende Kraft der Krystalllinse beträchtlich größer ist, als man bisher annahm, so reichen kleinere Ortsveränderungen derselben aus, die Accommodation zu Stande zu bringen. Ferner da nach Sturm's theoretischen Deductionen und meinen directen Beobachtungen das Licht nicht in einem absoluten Brennpunkte, sondern in einem mehr oder weniger in die Länge gezogenen Raume die höchste Concentration erfährt, so bedarf es auch aus diesem Grunde einer geringeren Bewegung der Linse, um das bestehende Accommodationsbedürfniß vollständig zu decken. Endlich war eine Hauptschwierigkeit immer die, verständlich zu machen, wie die Linse nach hinten gezogen werden könne. Bestätigen sich nun meine Erfahrungen, daß das ruhende Auge für den Fernpunkt eingerichtet ist,

[1]) Ein genaueres Verständniß dieser Verhältnisse läßt sich mit kurzen Worten und ohne erläuternde Abbildungen nicht geben, daher ich auf das Originalwerk verweisen muß: Die Bewegung der Krystalllinse von Dr. A. Hueck. Leipzig 1841.

so fiele die Nothwendigkeit einer Rückwärtsbewegung, wie schon Hueck bemerkte, ganz weg.

Obschon der Apparat, durch welchen die Linse bewegt wird, nicht nachweisbar ist, so fehlt es doch nicht an Erfahrungen, welche andeuten, daß sie beim Accommodationsgeschäft eine wesentliche Rolle spiele. Besonders wichtig ist, daß durch die Staaroperation das Accommodationsvermögen entweder ganz aufgehoben oder doch auf ein Minimum beschränkt wird. Zwar finden sich auch Angaben entgegengesetzter Art, aber je unmöglicher es sich auswies, das Nah- und Fernsehen durch andere Bewegungen als die der Linse verständlich zu machen, um so mehr müssen wir uns hüten, solchen abweichenden Berichten vorzeitig Glauben zu schenken. Man hat operirten Blinden Gedrucktes vorgelegt und gefunden, daß sie in verschiedenen Sehweiten deutlich lesen konnten, aber ein derartiger Versuch beweist gar nichts. Ich selbst kann das Wort Handwörterbuch, auf dem Titelblatte dieses Werkes, zwischen 5″ und 12″ Entfernung bei unverändertem Accommodationszustande des Auges bequem genug erkennen, gleichwohl fühle ich bei einem derartigen Versuche das Mangelhafte eines solchen Sehens auf das bestimmteste.

Nur Versuche nach dem Princip des Scheiner'schen geben über die Gegenwart des Accommodationsvermögens sichere Auskunft [1]). Wenn durch ein doppeltes Kartenloch eine Nadel in verschiedenen Entfernungen einfach gesehen werden kann, so ist das Vorhandensein dieser Kraft unzweifelhaft, und je größer die Distanz der Punkte ist, zwischen welchen das Object sich einfach darstellt, um so größer muß die Kraft sein, durch welche die Einrichtung des Auges vermittelt wird. Nun beobachtete Home wirklich einen operirten Staarblinden, welcher im Scheiner'schen Versuch einen aufgespannten Faden zwischen $^{8}/_{10}$ und $13^{3}/_{10}$ Zoll Entfernung einfach sehen konnte, und folglich ein ziemlich bedeutendes Einrichtungsvermögen entschieden nachwies. Indeß war das Auge, welches zur Beobachtung diente, 4 Jahre früher operirt worden, und da nach neuern Erfahrungen die Krystalllinse sich mehr oder weniger vollkommen regeneriren kann, so darf dieser Versuch nicht als entscheidend gelten. Derselbe Einwurf trifft zwei Beobachtungen, welche ich an operirten Staarblinden angestellt und in meinen Beiträgen (S. 175.) mitgetheilt habe. Young, welcher den Scheiner'schen Versuch mit 5 Operirten anstellte, fand, daß die Accommodationskraft gänzlich fehlte. Dieses Resultat stimmt besser zu der bekannten Erfahrung, daß Operirte für verschiedene Entfernungen verschiedener Brillen bedürfen.

Hueck hat auf ein Phänomen aufmerksam gemacht, welches die Bewegung der Linse direct zu beweisen scheint. Eine Person muß in den hellen Himmel sehen, damit die Pupille sich möglichst verengere, und muß abwechselnd ihr Auge für einen sehr fernen und sehr nahen Punkt einrichten. Beobachtet man das Auge einer solchen Person im Profil, so sieht man, daß die Iris sich bei jeder Fixation des näheren Punktes ein wenig nach vorn drängt, was allerdings die Folge einer Bewegung der Linse zu sein scheint, welche die Iris vor sich her schiebt. Ich selbst habe dieses Vordrängen der Iris nur an Hueck's Auge, nicht aber bei anderen Personen wahrnehmen können.

Gegen die Bewegung der Krystalllinse bei Accommodation des Auges habe ich in meinen Beiträgen Bedenken erhoben, welche einer flüchtigen Erwähnung bedürfen. Ich behauptete nämlich, mit Verschiebung der Linse müsse

---

[1]) Nach diesem Prinzipe ist Young's Optometer construirt, ein Instrument, welches in dem Apparate wissenschaftlicher Augenärzte nie fehlen sollte.

nothwendig der Kreuzungspunkt der Richtungslinien verschoben werden und suchte durch Beobachtungen zu beweisen, daß eine Ortsveränderung dieses Punktes nie eintrete. Der erste Theil der Behauptung ist richtig, wie auch Physiker vom Fach anerkannten, dagegen waren meine Beweise, daß der Kreuzungspunkt der Richtungslinien ein unveränderlicher sei, nicht genügend. Ich hatte bemerkt, daß Gegenstände, welche zur Seite der Sehaxe liegen und sich decken, auch bei Veränderungen der Accommodation gedeckt bleiben. Dies beweist, wie ich noch heute annehme, daß Ortsveränderungen der Linse, von $1/2'''$ und mehr, nicht vorkommen; wenn aber, wie wahrscheinlich, weit geringere Bewegungen der Linse zur Vermittlung der Adaption des Auges ausreichen, so kann die Paralaxe, welche in Folge derselben eintritt, so gering sein, daß sie der Beobachtung nicht zugänglich ist.

Wir dürfen das vorliegende Kapitel nicht verlassen, ohne die Gründe derer zu prüfen, welche die Accommodation von der Bewegung der Pupille ableiteten. Es ist thatsächlich, daß die Weite derselben mit der Entfernung der Gegenstände in einer gewissen Beziehung stehe, nämlich bei gleichbleibendem Lichteinfluß verengert sich die Pupille um so mehr, je näher die Gegenstände liegen, auf welche wir die Augen richten. Hiernach könnte es scheinen, daß das Deutlichsehen naher Objecte eben in der Verengerung der Pupille, das Deutlichsehen ferner Gegenstände aber in deren Erweiterung ihren Grund habe. Eine Bestätigung dieser Ansicht könnte ferner darin gesucht werden, daß Erweiterung der Pupille durch Narkotismus, nach den Angaben mehrer Beobachter mit Fernsichtigkeit verbunden ist [1]).

Daß die Größe der Pupille für die Deutlichkeit der Bilder nicht gleichgültig sei, ist leicht nachzuweisen. Befindet sich ein Gegenstand in unpassender Entfernung, gleichviel ob zu fern oder zu nah, so wird die Lichtzerstreuung durch Erweiterung der Pupille vermehrt, durch Verengerung derselben vermindert. Der Grund liegt darin, daß die Zerstreuungskreise als Kegelschnitte betrachtet werden können, deren Größe durch den Umfang der Kegelbasis (als solche dient die Pupille) natürlich mit bedingt wird. Hiermit erklärt sich das Blinzeln der Myopen, welche durch Zusammenkneifen der Augenlider die Breite der convergirenden Lichtkegel und folglich auch der Zerstreuungskreise zu beschränken wissen. Indem aber die Pupille des Myopen sich beim Betrachten entfernter Gegenstände erweitert, thut sie das Gegentheil von dem, was der Zweck erfordert, und schon dies deutet an, daß sie nicht als das wesentliche Organ der Accommodation betrachtet werden dürfe.

Zu demselben Resultate führen noch andere Beobachtungen. Diente Erweiterung der Pupille dem Fernsehen, so müßten wir bei bedecktem Himmel fernsichtiger sein, als bei hellem, was nicht der Fall ist. Durch ein kleines Kartenloch sehen nicht nur Presbyoper nahe, sondern auch Myopen ferne Gegenstände deutlicher als gewöhnlich. — Im Scheiner'schen Versuch sieht man durch zwei kleine Löcher, deren Distanz unveränderlich ist, eine Nadel in verschiedenen Entfernungen einfach. —

Hiermit ist zunächst die Ansicht derer vollständig widerlegt, welche die Accommodation mit der Weite der Pupille als größeren oder kleineren Eingang für das Licht in Verbindung brachten, wie Mile und Pouillet, dagegen könnte noch fraglich erscheinen, ob die Iris, als Bewegungsorgan, vielleicht die Bestimmung habe, die inneren Veränderungen des Sehapparates zu vermitteln,

---

[1]) Diese Angabe ist streng genommen unrichtig, nicht der Fernpunkt, sondern nur der Grenzpunkt rückt weiter vom Auge.

welche zur Accommodation nöthig sind. Nach Burow soll jede Contraction der Pupille, gleichviel ob durch die Augenstellung hervorgerufen, oder durch Lichteinfluß zufällig entstanden, die Refraction vermehren, und jede Dilatation derselben soll sie vermindern. Ich habe diese von vorn herein äußerst unwahrscheinliche Angabe weder bei mir noch andern bestätigt gefunden [1]). Ich betrachtete bei geschlossenem linken Auge mit dem rechten eine Nadel durch zwei Kartenlöcher, und sah sie bei 6'' Entfernung einfach. Dann öffnete ich das linke Auge unter Umständen, wo es von einem sehr scharfen Lichte getroffen wurde. Die Pupillen beider Augen erfuhren eine bedeutende Verengerung, aber die Nadel blieb einfach und konnte, ohne in Doppelbilder zu zerfallen, dem Auge nicht genähert werden. Ebenso fixirte ich eine Nadel, die sich im Fernpunkte befand, diesmal ohne das freiliegende Auge zu verschließen, und bei intensivem Lichte. Die Entfernung, in welcher das Object einfach erschien, betrug dann 12 Zoll. Schloß ich nun das zweite Auge, so erfuhr die hinter der Karte befindliche Pupille eine ansehnliche Erweiterung, aber es trat wiederum kein Doppelbild auf und eben so wenig durfte die Nadel an einem fernern Punkte aufgesteckt werden. — Ich habe bereits in meinen Beiträgen eine Methode angegeben, die Größe der Zerstreuungskreise zu messen, dieselbe kann in der vorliegenden Frage mit Vortheil benutzt werden. Man fixirt nämlich durch den Scheiner'schen Apparat einen mit Theilungsstrichen markirten Hintergrund in passender Gesichtsweite, während eine feine Nadel zwischen diesem Maaßstabe und dem Auge befestigt ist. Unter diesen Umständen wird die Nadel doppelt gesehen und man kann an den Theilungsstrichen des Hintergrundes die Distanz des Doppelbildes messen. Wird nun während des Versuchs eine auffallende Veränderung der Beleuchtung herbeigeführt, so verändert sich die Weite der Pupille, nicht aber die Distanz der Doppelbilder, woraus sich ergiebt, daß der Accommodationszustand des Auges durch die Pupillenbewegung keine Veränderung erfährt.

Wir sind zu dem unangenehmen Resultate gekommen, daß alle Hypothesen über die Einrichtung des Auges unzulänglich sind, ja daß den meisten erhebliche Bedenken entgegen stehen. Um so nothwendiger ist es, auf alle Nebenumstände zu achten, welche den Accommodationsproceß begleiten, da nur aus Beachtung dieser sich Angriffspunkte für neue Untersuchungen ergeben können.

Eines der interessantesten Verhältnisse, welche hierher gehören, ist der schon von Porterfield erwiesene Zusammenhang zwischen Accommodation und Augenstellung. In der Regel sehen wir Gegenstände nur deutlich, wenn sie im Kreuzungspunkte der Augenaxen liegen, und wiederum fehlt die Deutlichkeit in der Regel nicht, wenn das Object im Kreuzungspunkte dieser Axen, und, wie sich von selbst versteht, innerhalb der Grenzen der Accommodation liegt. Wenn man eine Nadel in einer für das Sehvermögen passenden Entfernung in der Weise betrachtet, daß sie einfach erscheint (was eben beweist, daß sie im Kreuzungspunkte der Sehaxen liegt), so sieht man sie deutlich, dagegen erscheint sie bei fehlerhafter Fixation, welche sich durch Auftreten von Doppelbildern erkenntlich macht, unfehlbar undeutlich, und zwar selbst dem Auge, welches seinerseits richtig gestellt ist und das Nadelbild auf der empfindlichsten

[1]) Die Angabe ist a priori unwahrscheinlich, weil sie der Natur Zweckwidriges anmuthet. Wenn es dunkel wird, erweitert sich die Pupille, aber was sollte hier eine Accommodation für entlegene Objecte, welche wir wegen Lichtmangel ja doch nicht erkennen würden. Ein Buch, in welchem wir lesen, rücken wir bei eintretender Dunkelheit dem Auge näher, sehr zweckmäßig, um Licht zu gewinnen, das Auge dagegen soll sich gleichzeitig für ein Entfernteres accommodiren, wie zweckwidrig! —

Stelle der Netzhaut aufnimmt [1]). Sehr überzeugend kann man den Zusammenhang zwischen Adaption und Augenstellung mit Hülfe eines weißen Fadens nachweisen. Spannt man einen solchen über einem etwas dunkeln Grunde so auf, daß er zum Kopfe des Beobachters ungefähr dieselbe Lage hat, wie ein Blasrohr während des Gebrauchs, so sieht man zwei sich kreuzende Fäden, indem der eine, welcher von beiden Augen betrachtet wird, überall doppelt erscheint, mit Ausnahme des einen Punktes, in welchem die Seharen sich kreuzen. Von den zwei Fadenbildern erscheint jedes in der Nähe des Auges sehr verbreitet und nebelhaft, wird dann je weiter abwärts immer dünner und deutlicher, bis zu einem gewissen Punkte, wo der Faden am schmalsten und hellsten erscheint, noch weiter nach abwärts nimmt dann eine gewisse Verbreiterung und Undeutlichkeit in progressivem Maaße wieder zu. Der Grund dieser Erscheinung liegt in den Accommodationsverhältnissen. Von den in verschiedener Entfernung gelegenen Fadenpunkten kann nur einer ohne Zerstreuungskreise gesehen werden, dies ist der Punkt jedes Fadenbildes, welcher am dünnsten und klarsten erscheint. Nun kreuzen sich aber die Fadenbilder gerade in diesem dünnsten Punkte, ein Beweis, daß die Fläche des accommodirten Sehens in den Kreuzungspunkt der Seharen falle. Verändert man bei diesem Experimente die Augenstellung, so verschiebt sich der Kreuzungspunkt des Doppelbildes, aber gleichzeitig und an jenen gebunden auch die Stelle des deutlichsten Sehens.

Für die Lehre vom Einrichtungsvermögen ist es es von Wichtigkeit zu wissen, ob jene Verbindungen zwischen Axenstellung und Accommodation eine durch Uebung erworbene, oder durch organische Einrichtungen mit Nothwendigkeit geforderte ist. Wäre letzteres der Fall, so würde eine im Vorhergehenden als unhaltbar geschilderte Hypothese, die daß die Einrichtung des Auges von den geraden Augenmuskeln abhinge, einen gewissen Vorschub erhalten.

Ich habe durch zahlreiche Beobachtungen erwiesen, daß Accommodation und Augenstellung nur durch Uebung associirt, nicht durch Structurverhältnisse verkettet sind. Wenn man eine Nadel mit dem einen Auge fixirt, so daß sie vollkommen deutlich erscheint, während das zweite Auge mit der hohlen Hand verdeckt ist, und wenn man dann durch Zurückziehen der Hand das zweite Auge frei macht, so erscheint die Nadel allemal im Doppelbilde. Fixirt man, wie in einem frühern Versuche, einen ausgespannten Faden mit einem Auge und öffnet dann das zweite, so liegt der Kreuzungspunkt des doppelten Fadenbildes immer in größerer Ferne vom Auge, als die Accommodationsfläche, deren Lage durch den dünnsten Punkt des fixirten Fadens bezeichnet wird. Noch deutlicher werden diese Verhältnisse mit Hülfe des Scheiner'schen Experimentes. Betrachtet man, während das eine Auge geschlossen ist, eine Nadel durch 2 Kartenlöcher, und sieht sie einfach, so erscheint bei Oeffnung des andern, anfangs verschlossenen, Auges die Nadel im Doppelbilde der falschen Augenstellung.

Es kommen also Fälle vor, wo das deutlichste Bild und der Kreuzungspunkt der Seharen nicht in eine Fläche fallen. Hieraus ergiebt sich nicht nur, daß es zwei verschiedene Bewegungsapparate zur Regulirung der Augenstellung und der Accommodation geben müsse, sondern auch, daß beide Apparate einer gesonderten Thätigkeit fähig sind. Beim normalen Sehen associiren sich beide Apparate zur Erreichung eines gemeinsamen Zweckes, welcher darauf gerichtet ist, eine so deutliche Gesichtserscheinung als möglich hervorzubringen. Betrachten wir einen Gegenstand mit beiden Augen, wie im gewöhnlichen Leben immer,

---

[1]) Die nachfolgenden Betrachtungen können nur denen verständlich sein, welche mit der Lehre vom Einfach- und Doppeltsehen vertraut sind.

so ist vollkommene Deutlichkeit nur erreichbar, wenn der Kreuzungspunkt der Seharen und die Accommodationsfläche zusammenfallen. Das Zusammenbringen beider wird Sache der Gewöhnung, von der wir nicht füglich ablassen können, so lange die Verhältnisse fortbestehen, unter welchen sie entstanden ist. Sehen wir aber nur mit einem Auge, oder wohl gar durch Kartenlöcher, so ändern sich die Bedingungen und jede der beiden Thätigkeiten geht ihren Gang, ohne die andre ins Schlepptau zu nehmen.

Daß andere Apparate zur Bewegung des Auges und andere zur Vermittlung der Accommodationsveränderungen vorhanden sind, beweisen nun auch die oben mitgetheilten Versuche über die Schnelligkeit der Augenbewegungen. Es hat sich gefunden, daß die Dauer der Augenbewegungen bei gleicher Entfernung der zu fixirenden Objecte, der Größe der Bewegung proportional ist, daß dagegen dieselben Bewegungen der Augenaxe eine unverhältnißmäßig längere Zeit in Anspruch nehmen, wenn die zu fixirenden Objecte in verschiedener Entfernung liegen. So ergiebt sich aus den Versuchen der 2ten und 5ten Tabelle (III. C.), daß meine Augen zu einer Winkelbewegung von 10° nur 30 Tertien brauchen, wenn die Objecte, zwischen welchen das Auge hin und herblickt, in gleicher Entfernung liegen, während eine Bewegung gleicher Größe 47 Tertien bedarf, wenn das eine Object 5 Zoll, das andere 20″ vom Auge liegt, ja es bedarf sogar eine Winkelbewegung von nur $1\frac{1}{2}$° 38 Tertien Zeit, wenn der eine Fixationspunkt 20″, der zweite 40″ vom Auge entfernt liegt. Gleich große Bewegungen der Augenaxen sind bei ungleicher Entfernung der Gesichtsobjecte von verschiedener Dauer, und die Dauer wächst, wie die Differenz der Entfernungen der Objecte vom Auge. Es zeigt sich also schon hier eine sehr merkliche Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der äußern und innern Bewegungen, und doch ist wahrscheinlich die Differenz noch größer, als sie nach Maaßgabe jener Beobachtungen zu sein scheint. Blickt man nämlich, wie in den von mir angestellten Experimenten geschah, mit beiden Augen abwechselnd auf eine nahe und eine ferne Nadel, so kann man sich zwar darüber nicht täuschen, ob man das Object in den Kreuzungspunkt der Seharen genommen, denn hierüber giebt das Erscheinen und Verschwinden der Doppelbilder genügenden Aufschluß, wohl aber kann man sich darüber täuschen, ob mit dem Momente der Fixation (also beim Verschmelzen des doppelten Bildes in ein einziges) das deutlichste Sehen bereits erlangt sei. Der Scheiner'sche Versuch giebt auch hier Aufschluß. Da beim Sehen durch mehrere Kartenlöcher das Object in eben so viele Bilder zerfällt, wenn die Accommodation nicht vollständig zu Stande kommt, so kann man mit Benutzung dieses Hülfsmittels über die Dauer der Accommodationsbewegungen mit Sicherheit urtheilen. Wenn ich durch ein Paar Kartenlöcher von 2 Millimeter Distanz abwechselnd 2 Stecknadeln fixirte, deren eine 6″, die andere 11″ vom Auge entfernt war, so konnte ich in Zeit von ½ Minute nur 20 Accommodationsbewegungen ausführen, was die Dauer von 90 Tertien für eine giebt.

Nach diesen Erfahrungen ist einleuchtend, daß die innern Bewegungen des Auges viel langsamer vor sich gehen als die äußern, und daß wo innere Bewegungen nöthig sind, sich jene nach diesen bequemen und ihre angeborene Schnelligkeit beschränken müssen. Wahrscheinlich ist diese Differenz der Schnelligkeit wenigstens theilweise durch die Natur der contractilen Gebilde begründet. Wir gewinnen einen Grund mehr zu leugnen, daß die willkürlichen Bewegungen der Augenmuskeln die Ursachen der Accommodation abgeben, und haben Anlaß zu vermuthen, daß ein Gebilde von langsamer Contractilität den Accommodationsveränderungen vorstehe.

Wir kennen das contractile Gebilde nicht, von welchem die Accommodationsbewegungen ausgehen, wissen aber, daß im Innern des Auges keine Fasern vorkommen, welche mit denen der willkürlichen Muskeln anatomisch vergleichbar wären. Unter diesen Umständen ist doppelt merkwürdig, daß sich die Accommodation auch ohne Kreuzung der Augenaxen verwirklichen läßt, denn dies scheint anzudeuten, daß die innern Bewegungen unter dem directen Einfluß des Willens stehen, und nicht wie die der Pupille nur willkürlichen Muskeln associirt sind. Joh. Müller und Plateau versichern sogar, kleine Accommodationsveränderungen ohne irgend eine Bewegung des Auges willkürlich herbeiführen zu können [1]). Hiermit dürfte denn zusammenhängen, daß zwar der Vorgang der Accommodation, nicht aber die Thätigkeit der Iris in die Bewegungen der Augenstellung hemmend eingreift. Ist nun die Accommodation allem Anscheine nach ein direct willkürlicher Act, so kann davon nicht die Rede sein, daß Turgescenz des Ciliarkörpers ihn einleite, obschon meines Erachtens diese Hypothese schon durch die Schnelligkeit der Accommodationsveränderungen widerlegt wird.

§. 4. Von den unvermittelten Gesichtsempfindungen.

Alle Schriftsteller, welche sich ernsthaft mit der Lehre vom Sehen beschäftigten, haben anerkannt, daß die Erkenntnisse, welche wir dem Gesichtssinne verdanken, doppelter Art sind. Ein Theil unsrer optischen Erfahrungen geht nicht nur vom reinen Empfinden aus, sondern bedarf absolut nichts als ein Sehorgan, hierher gehört die Wahrnehmung der Farben, andere können nur unter Mitwirkung anderweitiger Functionen und Organe gewonnen werden, so z. B. die Wahrnehmung der Entfernung eines Gesichtsobjectes. Streitig ist dagegen, welche Processe dem reinen Empfinden und welche dem vermittelten angehören? Die Physiologie des Auges kann sich keine wichtigere Aufgabe stellen, als die hier stattfindenden Zweifel aufzuklären.

A. Licht-, Schatten- und Farbenempfindungen.

a. Beweis, daß diese Empfindungen auch ohne objectiven Grund auftreten können.

Drückt man das geschlossene Auge leise mit der Fingerspitze, so zeigt sich im dunkeln Gesichtsfelde eine leuchtende Scheibe, oder ein lichter Ring auf der dem Drucke entgegengesetzten Seite. Dreht man das geschlossene Auge rasch nach außen, so sieht man an der Außenseite des Schattenfeldes eine Lichtscheibe, welche der Eintrittsstelle des Sehnerven entspricht. Purkinje sah, wenn Sonnenlicht durch die geschlossenen Augenlider fiel und dem ganzen Gesichtsfelde eine rothe Farbe ertheilte, den Mittelraum jener Scheibe in dunkelblauer Färbung [2]). Derselbe bemerkte, daß wenn man die Pole einer galvanischen Säule mit der Zunge und mit der Stirn in Verbindung bringt, schattige Figuren und farbige Flecken auftreten, deren Gestalt und Farbe durch die Verwechselung der Pole eine Veränderung erlitt. Aehnliche Erfahrungen machte Ruete.

Wenn man eine weiße Papierscheibe auf schwarzem Grunde im Sonnenlicht fixirt, so bleibt dieselbe nicht rein weiß, sondern nimmt farbige Tinten an. Bei Fechner treten die farbigen Nüancen in folgender Ordnung auf: Gelb, Blaugrau oder Blau, ohne eine Uebergangsstufe durch Grün, schließlich Roth-

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. II. 337.
[2]) Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Prag, 1823.

violet oder Roth. Bei mir ist die Reihenfolge etwas anders: Gelb, Grüngrau, Blaugrau, Blau, aber nie Violet und Roth. Bei Betrachtung bunter Papierscheiben auf schwarzem Grunde bemerke ich kein Abklingen von Farben.

Wenn man die Augen schließt, sieht man ein Schattenfeld, indeß ist dieser Schatten kaum je absolut schwarz, sondern man sieht in der Finsterniß eine Art Lichtstaub, wie zuerst Purkinje und Fechner bemerkten und wie ich bestätigt finde. Dieser Lichtstaub ist nach individuellen Verhältnissen, wenn ich so sagen darf, in verschiedener Menge vorhanden. Fechner befand sich nach seinen anstrengenden Untersuchungen über die physiologischen Farben jahrelang in einem Zustande, wo er die Augen nicht schließen konnte, ohne ein Lichtmeer zu erblicken. Wenn ich die Augen schließe und mit der Hand bedecke, so tauchen im Gesichtsfelde verschiedene Farben auf, aber zu verschiedenen Zeiten nicht dieselben. Früh, bald nach dem Erwachen, ergaben sich unter den angegebenen Umständen folgende Erscheinungen: dunkles Schattenfeld mit wenigem Lichtstaube, welcher von rechts nach links strömt; Zunahme des Lichtstaubes; Auftreten eines röthlichen Centrums im Schattenfelde; das rothe Centrum nimmt eine rautenförmige Gestalt an und verbreitet sich allmälig, aber nur matt und schmutzig über das ganze Gesichtsfeld; in der Mitte des röthlichen Gesichtsfeldes tritt ein grüner Fleck auf, welcher sich immer mehr nach außen ausbreitet; in der Mitte des grünlichen Gesichtsfeldes entsteht ein rother Punkt, welcher immer größer wird; das Roth ist schmutzig und punktirt; die Punkte treten in Bewegung und zeigen eine Strömung von links nach rechts. — Als ich aber einen Spaziergang im Sonnenschein gemacht hatte und den Versuch wiederholte, ergaben sich andre Resultate. Statt Roth und Grün zeigten sich Violet und Grün in verschiedenen Wechseln.

Da Licht- und Farbenempfindung ohne alle objective Grundlage nur als Folge innerer Thätigkeiten auftreten können, so ist sehr möglich, daß dieselben elementaren Farben in verschiedenen Individuen ganz verschiedene Empfindungen hervorrufen, wenigstens beweist die Uebereinstimmung der Menschen bei Benamung farbiger Stoffe aus leicht begreiflichen Gründen nicht das Gegentheil.

b. Veränderung von Licht- und Farbenempfindungen in Folge von Ermüdung des Auges.

Fixirt man bei heller Beleuchtung eine weiße Scheibe auf schwarzem Grunde und verwendet nach einiger Zeit die Augen auf einen grauen Hintergrund, so sieht man eine dunkle Scheibe, in Mitten eines hellen Feldes. Hat man umgekehrt eine schwarze Scheibe auf weißem Grunde fixirt, und wendet den Blick einer grauen Fläche zu, so meint man eine weiße Scheibe in einem dunkeln Felde wahrzunehmen. Beide Fälle sind verständlich, wenn man annimmt, daß das Auge durch Fixation des Weißen mehr ermüdet, als durch Fixation des Schwarzen, denn dann müssen die Partien der Netzhaut, welche Weiß gesehen, von dem grauen Grunde weniger afficirt werden, als die, welche Schwarz gesehen. — Wenn man das Fensterkreuz vor hellem Himmel fixirt und dann die Augen schließt, so sieht man nach einiger Zeit das Kreuz dunkel und die Scheiben hell, später aber kehrt sich das Verhältniß um, und man erblickt ein helles Kreuz und dunkle Scheiben. Dies scheint daher zu rühren, daß die vom hellen Lichte erregten Netzhautstellen noch einige Zeit dem empfangenen Impulse folgen, dann aber bei Mangel äußern Reizes und in Folge von Ermüdung in's Dunkelsehen verfallen, während umgekehrt die Stellen der Retina, welche durch das Fensterkreuz beschattet wurden und ausruhten,

nun inneres Licht erzeugen, welches im Gegensatz zu den schwarz gewordenen Scheiben noch lebhafter empfunden wird.

Betrachtet man eine bunte Papierscheibe auf schwarzem Grunde im Sonnenlichte, so wird sie von einem graulichen Scheine überzogen und verliert ihre eigenthümliche Färbung immer mehr. Richtet man nun die Augen auf einen Hintergrund von der Farbe der Scheibe, so erscheint der Hintergrund intensiv und leuchtend gefärbt, die Scheibe verschmutzt und dunkel.

c. Auftreten von Complementärfarben.

Fixirt man eine farbige Scheibe und richtet nach einiger Zeit die Augen auf einen weißen Hintergrund, so erblickt man die Scheibe in ihrer Complementärfarbe. — Complementärfarben sind aber bekanntlich solche, die sich zu weißem Lichte ergänzen, als: Roth und Grün, Gelb und Violet, Blau und Orange, so wie umgekehrt Grün und Roth ꝛc. — Schließt man die Augen, in vorstehendem Versuche, so sieht man das Nachbild der Scheibe bisweilen eine Zeit lang in der ursprünglichen Farbe, dann in der complementären.

Hierher gehören auch die farbigen Schatten. Wenn ein Gegenstand gleichzeitig durch weißes und durch farbiges Licht erleuchtet wird, in der Weise, daß zwei Schatten entstehen, so erscheinen dieselben in complementärer Färbung. Fechner hat hier auf folgende bemerkenswerthe Umstände aufmerksam gemacht: 1) Wenn das weiße Licht, welches den einen Schatten beleuchtet, nicht mächtiger wirkt als das farbige, welches den andern zugleich beleuchtet und färbt, so ist die subjective Complementärfarbe des ersten Schattens um nichts schwächer, als die objective des letzteren. 2) Der durch subjective Gründe gesetzte Complementärschatten tritt plötzlich und zwar in demselben Momente auf, wo dem andern Schatten eine objective Färbung gegeben wird. 3) Selbst wenn die Schatten sehr groß sind, erscheint die complementäre Färbung über deren ganzer Ausbreitung, und nicht etwa blos an demjenigen Rande des subjectiv gefärbten, welcher dem durch farbiges Licht beleuchteten zunächst liegt. 4) Hat man den subjectiv gefärbten Schatten einmal in Augenschein genommen, so erscheint er in unveränderter Färbung, auch wenn man ihn durch eine Röhre ausschließlich beobachtet. 5) Er behält sogar bei dieser Art der Betrachtung die subjective Complementärfarbe, wenn man ihn durch die Röhre ohne Unterbrechung fixirt, während ein Gehülfe dem ursprünglich benutzten farbigen Lichte ein anderes substituirt.

Zu den Complementärfarben gehören auch die farbigen Säume, welche wahrgenommen werden, wenn man einen farbigen Papierstreifen oder ein buntes Band auf weißem Grunde betrachtet. Allein auf Mißverständniß beruht die Annahme, daß hier die complementäre Reaction sich auf die Stellen der Netzhaut beschränke, welche unmittelbar neben dem farbigen Bildchen liegen. Nach den oben angeführten Erfahrungen Fechner's (Nr. 3) müßte statt eines farbigen Saumes eine complementäre Färbung des ganzen weißen Grundes wahrgenommen werden, wenn der Grund überhaupt eine wahrnehmbare Farbenveränderung erführe, dies ist aber nicht der Fall. Vielmehr veranlaßt das Bild des farbigen Streifens die Stelle der Netzhaut, auf welcher es aufliegt, zu complementärer Reaction, und die Farbensäume sind nur Folgen kleiner Augenbewegungen. Dies wird dadurch bewiesen, daß der Farbensaum immer nur auf einer Seite des farbigen Streifens, je nach Bewegung des Auges bald auf der einen, bald auf der andern auftritt, und daß bei gehöriger Fixation eines bestimmten Punktes im farbigen Streifen, die complementären Säume gar nicht auftreten, oder, wenn sie schon aufgetreten waren, wieder verschwinden.

d. Abklingen der Farben.

Wird das Auge auf einen scharf beleuchteten weißen Gegenstand gerichtet und dann geschlossen, so sieht man, wenn der Eindruck lebhaft genug war, auch dann noch das weiße Object, nach einiger Zeit aber nimmt es eine gewisse Farbe an, die ihrerseits wiederum verschwindet und einer andern Platz macht. So verläuft die Erscheinung durch verschiedene Phasen von Farbenempfindungen, wobei zu bemerken, daß jede spätere Phase länger dauert, als die ihr vorhergehende, und daß endlich das Auge in der Empfindung des Schwarzen zur Ruhe kommt. Dies dürfte die einzige Gesetzlichkeit im Abklingen der Farben sein, während die Reihefolge derselben im Verlaufe der Zeit bei verschiedenen Menschen verschieden ausfällt. Szokalski sieht, wenn er eine weiße Scheibe auf schwarzem Grunde im Sonnenlichte fixirt und dann die Augen schließt, die Farbenphänomene in folgender Ordnung: Weiß, Orange, Roth, Violet, Schwarz, und hielt sich für berechtigt, die von Göthe bemerkte etwas andere Reihefolge nach diesen Erfahrungen zu berichtigen. — Fechner sieht unter gleichen Umständen: Weiß, Blau, Grün, Roth und nochmals Blau, ich selbst endlich empfinde das Abklingen der Farben in folgender Reihe: Grün, Orange, Roth, Blau, Schwarz. Auch Fechner hat gegenwärtig die Ueberzeugung, daß die Reihefolge im Abklingen der Farben durch Verhältnisse des individuellen Organismus modificirt werde.

Schon oben wurde bemerkt, daß ein Abklingen der Farben nicht nur bei verschlossenen Augen und also bei Abwesenheit eines äußern Reizes bemerkt werde, sondern auch dann, wenn ein weißes Object längere Zeit im Sonnenlichte betrachtet wird.

e. Zerstreute theoretische Bemerkungen.

Was den Farben objectiv zu Grunde zu liegen scheint, sind Oscillationen des Aethers. Die Schnelligkeit derselben wächst in derselben Ordnung, als die Farben im Spectrum neben einander liegen und ist im Roth am geringsten, im Violet dagegen mit 727 Billionen Schwingungen für die Sekunde am schnellsten. Ob den Farbenempfindungen entsprechende Schwingungen in den Nerven zu Grunde liegen, ist unbekannt, ich finde nicht, daß die Annahme correspondirender Oscillationen im Aether und im Auge die specifischen Farbenempfindungen irgendwie aufkläre.

Szokalski erklärt die Differenz der Farbenempfindungen durch eine graduell verschiedene Thätigkeit des Sehnerven, und ordnet die Empfindungen ihrer physiologischen Energie nach folgendermaßen: Weiß, Gelb, Roth, Blau, Schwarz [1]). Ich bekenne, daß ich den Sinn dieser Anordnung nicht verstehe. Dieselben Farben können unter Umständen eine verschiedene Energie des Sehorganes in Anspruch nehmen, und wiederum verschiedene Farben eine gleiche. Weiß soll der Gesammtwirkung des Auges entsprechen, jede Farbe dagegen nur einem Bruchtheile derselben, und Blau einem kleineren Bruchtheile als Gelb u. s. w. Hieraus soll folgen, daß die Functionen des Auges, welche uns die eigentlichen Farben wahrnehmen lassen, ihre Intensität möge so stark sein als sie immer wolle, niemals der, die Empfindung des Weißen verursachenden Function gleichen können. Wie aber, wenn die Stärke der Empfindung von der Elongationsweite der Schwingungen abhinge, wie beim Schalle nachweislich, und wenn das Blau einmal mit größeren Schwingungen oscillirte, als das Weiße? — Der einzige Umstand, welchen Szokalski zur Rechtfer-

[1]) Ueber die Empfindungen der Farben von V. Szokalski. Gießen, 1842.

tigung seiner Hypothese anführen könnte, dürfte der sein, daß nach Betrachtung eines weißen Objectes im Sonnenlichte und nach Verschließung der Augen die Farben annäherungsweise in der von ihm beliebten Ordnung abklangen und endlich sich im Schwarz des ruhenden Auges verloren, allein wir haben gesehen, daß bei verschiedenen Personen die Farben in verschiedenen Folgen abklingen [1]).

Zu wiederholten Malen ist die Vermuthung ausgesprochen worden, daß die verschiedenen Farbenempfindungen durch die Function specifischer Fasern vermittelt würden, eine Hypothese, welche die Lehre von der specifischen Reizbarkeit auf die Spitze stellt und mehr Schwierigkeiten schafft als beseitigt. Am meisten geneigt war man anzunehmen, es beständen 3 specifische Faserarten, für die Empfindung des Rothen, Gelben und Blauen, und alle Farbennüancen und Mischungen entständen durch combinirte Wirkungen dieser. Zunächst liegt schon das Willkürliche einer solchen Annahme am Tage, denn jeder Farbenton hätte die gleiche Berechtigung an specifische Fasern, wenn einmal wahr wäre, daß qualitativ verschiedene Empfindungen von differenten Organen ausgehen müßten. Wichtigere Bedenken sind folgende: Die Empfindung des Weißen kann nach jener Theorie nur aus der combinirten Wirkung dreier Netzhautelemente hervorgehen, was wird nun, wenn weißes Licht nur auf eine Faser auftrifft? Dieser Fall kommt vor, da die kleinsten wahrnehmbaren Netzhautbilder kleiner als die Netzhautelemente sind (siehe unten). Bedürfte die Empfindung des Weißen des Zusammenwirkens dreier Netzhautelemente, während Roth, Gelb und Blau schon durch die Thätigkeit einer einzigen Faser producirt werden könnten, so müßte ein weißer Punkt, welcher seiner Kleinheit wegen dem Auge entschwindet, dreimal größer sein als unter denselben Umständen ein farbiger. Noch eine Schwierigkeit ist folgende: In einem spätern Abschnitte werde ich beweisen, daß die Größenwahrnehmungen des Sehorganes an die Anzahl der distinkt empfindenden Nervenelemente gebunden ist, welche im Netzhautbilde zur Erregung kommen. Nun würde ein weißes Object alle Fasern, ein farbiges nur die Fasern der respectiven Farbe erregen, folglich müßte eine weiße und eine farbige Linie von gleicher Länge sich der Größe nach unterscheiden, nämlich die weiße müßte größer scheinen.

Das Auftreten der Complementärfarben wird von Einigen in einer Weise erklärt, welche sich an eine wichtige physikalische Thatsache anschließt. Wenn man das weiße Licht durch ein Prisma zerlegt und die zerlegten Farben, mit Ausnahme einer, durch ein zweites Prisma wieder vereinigt, so erhält man in dem gesammelten Lichte das Complement der einen weggenommenen Farbe, also beispielsweise nach Elimination der rothen Strahlen Grün. Mit Bezug hierauf wird angenommen, durch anhaltende Betrachtung einer Farbe werde das Auge gegen dieselbe abgestumpft, es bleiben also vom weißen Lichte alle Farben, weniger die dem Auge nicht mehr erkennbaren, übrig, und so müßte der gesammte Farbenrest als Complementärfarbe auftreten. Unleugbar erklärt diese Theorie die complementären Nachbilder, welche entstehen, wenn man einen farbigen Gegenstand betrachtet und dann die Augen auf einen weißen Grund richtet. Geleugnet wurde dagegen mehrfach, daß diese Erklärung auch auf die Fälle passe, wo complementäre Nachbilder im verschlossenen Auge auftreten. Man meinte, daß hier kein Rest von Licht übrig bleibe, der die complementäre

---

[1]) Da das Schriftchen von Szokalski eine ziemliche Verbreitung erlangt hat, so ist vielleicht nicht überflüssig, zu bemerken, daß es wegen Unbekanntschaft des Verfassers mit den wichtigen Arbeiten Fechner's vieles Irrige enthält.

habe erklären könne. Diesem Einwurf liegt das Mißverständniß zu Grunde, als ob in irgend einem Falle die Ergänzungsfarbe das Product des objectiven Lichtes sei. Da das Sehorgan Licht und Farben in sich erzeugt, so handelt es sich bei Erklärung jenes Versuches, so wenig als bei dem früher erwähnten mit dem doppelten Prisma, um einen Rest objectiven Lichtes, sondern um einen Rest von Sehthätigkeit, welcher Rest die Empfindung einer Farbe bedingt, während die ungeschmälerte Thätigkeit die Empfindung des Weißen veranlaßte.

Ich bekenne, daß ich zwischen der physikalischen Erklärung der Complementärfarben, welche sich auf eine Zerlegung des Lichtes (natürlich des subjectiven) stützt, und zwischen der physiologischen, welche die Ergänzungsfarben aus Contrasten der Empfindung ableitet, bis dahin keinen Widerspruch erkenne, das Princip ist in beiden Fällen ein physiologisches und es handelt sich nur darum, es auf den einzelnen Fall passend anzuwenden.

Fechner, welcher mit großem Scharfsinn nachgewiesen hat, wie jedes Auftreten von Ergänzungsfarben auf eine Zerfällung des Lichtes zurückgeführt werden könne, macht ausdrücklich darauf aufmerksam, wie die Complementärfarbe nicht als Folge des primären Farbeneindrucks auftrete, sondern gleichzeitig mit diesem [1]). So entsteht der complementäre Schatten gleichzeitig mit dem objectiv gefärbten, und ein farbiges Papier, welches man in grellem Lichte betrachtet, überzieht sich in Folge der gleichzeitigen Complementärwirkung mit einem grauen Schimmer. In diesem Punkte nähern sich Fechner's Ansichten denen von Plateau und Lehot, welche der Abstumpfungstheorie entgegentreten und darauf dringen, das Auftreten der Ergänzungsfarben als etwas Primäres und physiologisch Gefordertes zu betrachten.

Dagegen erklärt sich Fechner ausdrücklich gegen Plateau's Auffassung der Ergänzungsfarben als Contraste, wobei die sich ergänzenden Farben den positiven und negativen Wellen verglichen werden, von welchen das Anschwellen der einen ein Sinken der andern unvermeidlich nach sich zieht [2]). Wäre diese Auffassung richtig, so müßte einem intensiven Primäreindrucke ein gleich intensives complementäres Nachbild folgen, eben so müßte bei den farbigen Schatten jeder intensiv gefärbte objective Schatten einen eben so intensiv gefärbten subjectiven bedingen, was nicht der Fall ist. Im Gegentheil lehrt die Erfahrung, daß bei anhaltender Betrachtung einer sehr intensiven Farbe das Nachbild sehr lange Zeit die primäre Färbung behält, und daß das complementäre Nachbild entweder nur schwach und kurze Zeit auftritt, oder wohl gar ganz ausbleibt. Während Plateau und seine Anhänger annehmen, das Auge, welches Roth gesehen, ergänze die Empfindung durch Grün, indem es dieses positiv hervorrufe, behauptet Fechner, daß nach Abstumpfung der rothen Thätigkeit die complementäre grüne von der ganzen weißen Thätigkeit als Rest übrig bleibe.

Anlangend das Abklingen der Farbenbilder, so ist vor der Hand noch keine Theorie im Stande gewesen, die hierbei vorkommenden Erscheinungen verständlich zu machen. Unerklärlich ist hier sowohl die Reihenfolge der Farben auf einander, in sofern sie bei verschiedenen Individuen verschieden ausfällt, als zweitens der Farbengegensatz zwischen dem Nachbilde und seinem Grunde, welcher keineswegs immer ein complementärer ist, so wie endlich drittens die farbigen Umkreise, welche das Nachbild umgeben, und sich von diesem nicht minder als von dem Grunde unterscheiden.

[1]) Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 44 und 45.

[2]) Ebendaselbst Bd. 32.

Das scheinbar Ungesetzliche dieser Erscheinungen mag darauf beruhen, daß sie von Kräften abhängen, welche mit verschiedenen Werthen in verschiedenen Individuen wirken, in welchem Falle sich natürlich verschiedene Resultanten ergeben. Man muß annehmen, daß jeder Farbenempfindung eine eigenthümliche organische Thätigkeit zu Grunde liege, und wir dürfen vermuthen, daß die hierbei in's Spiel tretenden Kräfte, sowohl der Energie als der Ausdauer nach, bei verschiedenen Menschen verschieden beschaffen sind. — Gesetzt also, man hätte eine weiße Scheibe auf schwarzem Grunde fixirt, so kann man beim Schließen der Augen entweder eine weiße oder eine farbige Scheibe sehen, je nachdem entweder der Reiz so heftig war, daß er den Nervenfibern einen Impuls gab, der noch eine Zeit lang in gleichen Oscillationen fortwirkt, oder umgekehrt das Auge nur mäßig afficirte und ihm also bei Ausschließung äußern Lichtes überläßt, sich selbstständig die Farbe zu erzeugen, zu der es in Folge organischer Bedingungen am meisten disponirt ist. Hier ist nun gar nicht abzusehen, warum bei verschiedenen Menschen diese organischen Bedingungen ganz dieselben sein sollten. Im Gegentheil, wie bei verschiedenen Individuen das weiße Nachbild früher oder später dem farbigen Platz macht, so kann es gar nicht befremden, daß es bei Szokalski durch Orange, bei Fechner durch Blau, bei mir durch Grün verdrängt wird. Mit Zugrundelegung der gewöhnlichen Vorstellungen, würde ich die Differenzen in der Farbe des Nachbildes so auffassen: Jeder bestimmten Farbenempfindung liegt eine organische Thätigkeit zu Grunde, welche nach individuellen Verhältnissen einen verschiedenen Grad von Erregbarkeit und Ausdauer in ihrem Wirken zeigt. Die Empfindung des Weißen ist die Resultante aus dem Zusammenwirken aller jener Thätigkeiten. Wird das Auge durch Fixation eines weißen Objectes angestrengt, so ermüdet jede der partikulären Thätigkeiten, welche die einzelnen Farbenempfindungen bedingen, nach dem Grade ihrer Reizbarkeit und Tenacität, und das Nachbild nimmt die Farbe derjenigen Thätigkeit an, welche am wenigsten erschöpft ist. Wie aber alle Thätigkeiten gewissen Schwankungen unterworfen sind, so kann auch die Thätigkeit, welche die erste Farbenphase des Nachbildes hervorruft, nicht immer die herrschende bleiben, sie macht einer zweiten Thätigkeit Platz, diese einer dritten, und so entsteht das Abklingen der Farbenbilder.

Ist nach dem Gesagten verständlich, warum das Nachbild selbst bei verschiedenen Menschen durch eine verschiedene Folge von Farben hindurchtritt, so ist auch wenig befremdlich, daß die farbigen Umkreise und das Verhältniß des Nachbildes zu seinem Grunde Verschiedenheiten zeigt. Ein sympathisches Verhältniß zwischen den verschiedenen Theilen der Netzhaut ist unzweifelhaft, daß aber die Sympathien zwischen dem direct gereizten Theile derselben und dem nicht gereizten ebenfalls unter dem Einfluß der Reizbarkeit und Tenacität der einzelnen Farbenthätigkeiten stehen werden, ist äußerst wahrscheinlich.

B. Reine Raumanschauung.

Wenn zwei Punkte einer und derselben Netzhaut gereizt werden, gleichviel ob durch Licht, welches in's Auge fällt, oder durch mechanischen Druck, oder in irgend einer andern Weise, so entstehen zwei räumlich gesonderte Empfindungen. Die Empfindungspunkte stehen in einer gewissen Entfernung von einander und haben gegen einander eine gewisse Lage, welche unbedingt wiederkehrt, so oft dieselben Netzhautpunkte in Affect gerathen, und welche nie eintritt, wenn nicht eben diese, sondern andere Theilchen der Netzhaut erregt wer-

den. Reizen wir alle empfindenden Punkte derselben Netzhaut, so veranlaßt jeder eine discrete Empfindung, aber alle diese einzelnen Empfindungen bilden ein zusammengehöriges Ganze, welches wir Gesichtsfeld nennen. Wie es um die Räumlichkeit dieses Gesichtsfeldes stehe, lernen wir am besten, wenn wir die Augen schließen. Das Schattenfeld, welches wir dann bemerken, ist das räumliche Areal, in welches die in der Energie des Dunkeln thätigen Netzhautpunkte ihre Empfindungen eintragen.

Jedem bestimmten Netzhautpunkte entspricht nun eine bestimmte Stelle des Sehfeldes. Betrachten wir dasselbe bei geschlossenem Auge im Schatten, und drücken mit der Fingerspitze an einem gewissen Punkte den Augapfel, so entsteht an einer bestimmten Stelle des Schattenfeldes, und nie wo anders, ein feuriger Kreis, dagegen ändert sich die Lage dieses Kreises unfehlbar, wenn der Ort des Druckes eine Veränderung erleidet.

Die vollkommen constanten Beziehungen zwischen der Räumlichkeit der afficirten Netzhautfläche einerseits und der Räumlichkeit des Sehfeldes andererseits, beweisen hinreichend, daß es sich hier um etwas angeborenes handle. Das Auge ist so gebaut und mit dem Seelenorgane in eine derartige Verbindung gesetzt, daß die Reizung eines bestimmten Netzhautpunktes wiederum in einem bestimmten Punkte des Sehfeldes zur Empfindung wird.

Nun sind aber die Beziehungen zwischen der Räumlichkeit des Sehfeldes und der Netzhautfläche nicht nur constant, sondern auch correspondent. Werden Netzhautpunkte gereizt, welche concentrisch um den Axenpunkt der Netzhaut liegen, so sehen wir einen Kreis im Centrum des Sehfeldes, und jede geometrische Figur, welche durch Lichtstrahlen auf der Retina dargestellt wird, erzeugt eine Empfindung eben dieser geometrischen Figur. Hieraus folgt, daß ein Geist, welcher geometrischer Begriffe fähig ist, aus der reinen Anschauung der Figur die Beschaffenheit derselben entwickeln wird, und daß hierzu weder die Mitwirkung des Tastsinnes noch überhaupt vorgängige Erfahrung erforderlich ist. Die in einem frühern Abschnitte erwähnten Beobachtungen an einem operirten Blindgebornen, bestätigen wenigstens die eine Hälfte dieser Aussage.

Die Raumanschauungen sind also mit der Anlegung des Sehorganes primitiv gegeben. Ein Auge kann nicht ohne Sehfeld und ein Sehfeld nicht ohne Apperception des räumlichen Nebeneinander gedacht werden, aber die Raumanschauung, eben weil sie nur Anschauung ist, beschränkt sich auf das Gesichtsfeld, so daß das Sehen, als reine Empfindung, von einem Raume außer diesem Gesichtsfelde nicht die mindeste Notiz giebt. Schon aus diesem Grunde ist es unrichtig zu sagen, daß das Auge seine Empfindungen geradlinig durch den Kreuzungspunkt der Richtungslinien nach außen versetze, denn das Auge als reines Sinnesorgan kennt kein außen. Die vollständige Widerlegung dieses Irrthums sei einem spätern Abschnitt vorbehalten.

C. Einfach- und Doppeltsehen [1]).

Beide Augen vereinigen sich zur Empfindung eines Gesichtsfeldes. Analysiren wir dieses Phänomen, so findet sich nach Grundlage des vorigen Abschnittes Folgendes: Die Totalität der sensibeln Punkte der einen Netzhaut trägt ihre Empfindungen in dasselbe Sehfeld, als die Totalität der sensibeln

[1]) Der hierher gehörige Stoff ist mit besonderer Klarheit in Joh. Müller's vortrefflichem Werke: zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes, Leipzig 1826, entwickelt.

Punkte der andern Netzhaut. Es vereinigen sich also immer je zwei Punkte beider Netzhäute zur Production Eines Punktes in dem Einen Gesichtsfelde. Denn da die Summe der empfindenden Punkte Einer Netzhaut gleich ist der Summe der empfundenen Punkte im Gesichtsfelde, so können nur zwei Punkte der Netzhäute und nicht mehrere zur Herstellung eines Empfindungspunktes im Gesichtsfelde zusammentreten. Nennen wir solche Punkte der Netzhaut, welche sich zu einer Empfindung vereinigen, identische, und solche, welche dies nicht thun, differente, so ist zu sagen, jeder beliebige Punkt der Netzhaut verhält sich zu Einem des andern Auges als identischer, zu allen übrigen dagegen als differenter.

Die Folgen dieser organischen Bedingungen lassen sich berechnen. Fällt das Licht eines leuchtenden Punktes der Außenwelt auf identische Punkte der Netzhaut, so muß er einfach erscheinen, fällt er dagegen auf differente Punkte, so muß er unvermeidlich doppelt gesehen werden. Die Erfahrung bestätigt diese Betrachtung zunächst in so weit, als eine kleine Veränderung der Augenstellung macht, daß ein Object, welches wir ursprünglich einfach sehen, in ein Doppelbild zerfällt. Man fixire etwa eine Stecknadel oder einen Federkiel vor einem dunkeln Hintergrunde, so erscheinen sie einfach, dann fixire man einen beliebigen Punkt in größerer Nähe oder Ferne, beispielsweise den Hintergrund, vor welchem sich das Object befindet, selbst, so erscheint die Nadel oder Feder im Doppelbilde.

Nach der gegebenen Deduction verhält sich ein gewisser Punkt der Netzhaut nur zu Einem der andern Netzhaut identisch, zu allen andern hingegen different; es steht also zu erwarten, daß ungleich mehr Objecte in verdoppelten als im einfachen Bilde erscheinen werden. Auch dies bestätigt die Erfahrung. Wenn man über einen weißen Faden, welcher vor einem dunkleren Grunde ausgespannt ist, ungefähr wie über ein Blaserohr hin visirt, so erscheint der Faden doppelt. Fixirt man einen bestimmten Punkt des Fadens, so kreuzen sich die beiden Fadenbilder im Fixationspunkte. Da nun jeder Faden eine überaus große Menge leuchtender Punkte enthält, so bestätigt dies Experiment, daß nur Einer von Allen einfach, die große Masse der übrigen aber ohne Ausnahme doppelt erscheint.

Es bliebe übrig zu untersuchen, welche Punkte der sensibeln Netzhautfläche sind identisch und welche sind different. Um die Lage der fraglichen Punkte angeben zu können, wollen wir uns die Endpunkte der optischen Achse als die Pole des sphärischen Augapfels vorstellen und annehmen, er sei nach Art der Erdkugel durch Längen- und Breitengrade abgetheilt. Mit Bezug auf diese Eintheilung scheint folgender Lehrsatz gültig: Identisch sind die Punkte beider Netzhäute, welche unter gleichen Längen- und Breitengraden liegen. Hieraus ergäbe sich denn von selbst, daß alle anders gelegnen Punkte differente wären.

Die Beweisführung dieses Lehrsatzes kann keine exacte sein, aber die Wahrscheinlichkeit spricht aufs Entschiedenste für seine Richtigkeit. Zunächst lehrt die Erfahrung, daß jeder Punkt einfach erscheint, welcher fixirt wird. Da Fixiren nichts anders ist, als die Augen so stellen, daß der betrachtete Punkt in die Kreuzungsstelle der optischen Axen zu liegen kommt, also sein Licht auf die Axenpunkte der Netzhäute, oder nach der eben gebrauchten Nomenclatur auf die Pole fällt, so ist im vorliegenden Falle die Uebereinstimmung unseres Lehrsatzes und der Erfahrung keinem Zweifel unterworfen.

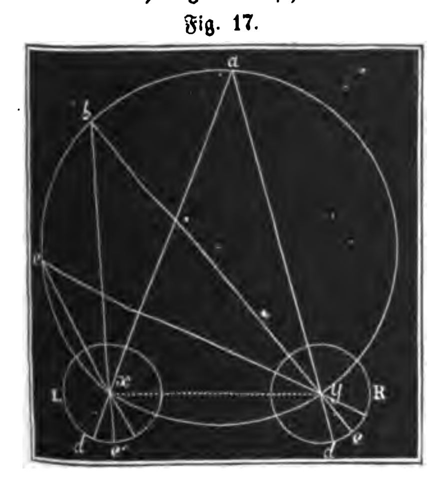
Fixirt man ferner den Kreuzungspunkt zweier kleinen Linien, welche sich schneiden, so erscheint nicht blos der Kreuzungspunkt x, sondern es erscheinen

auch die Endpunkte *acbd* einfach, d—|—b (mit a oben, c unten). Nach der Theorie der Richtungslinien ist unzweifelhaft, daß der Punkt *a*, sein Netzhautbild in jedem Auge senkrecht unter dem Axenpunkte der Retina darstellt. Bezeichnen wir die senkrechte Linie, welche vom Axenpunkte jedes Auges durch das Netzhautbild von *a* gezogen wird, als ersten Meridian, so liegen auch hier die einfach erscheinenden Punkte *abcd*, unter gleichen Längen- und Breitengraden, und die Theorie ist wiederum gerechtfertigt, wenigstens in so weit, als die Abwesenheit von Doppelbildern in dem angeführten Experimente, durch die Empfindung hinreichend constatirt ist.

Identisch ist die obere Seite der einen Netzhaut mit der oberen Seite der andern, ebenso die eine untere Hälfte mit der andern unteren Hälfte, dagegen correspondirt die Innenseite des einen Auges mit der Außenseite des anderen, so daß Außenseiten wie Innenseiten unter sich different sind. Drückt man daher mit der Fingerspitze die beiden Augäpfel in der Gegend der äußern Augenwinkel, so entstehen zwei Druckfiguren an den gegenüber stehenden Seitenrändern des Sehfeldes, drückt man dagegen das eine Auge im innern, das andere im äußern Augenwinkel, so entsteht nur eine Druckfigur und zwar an derselben Stelle, wo sie auftritt, wenn man die eine oder die andere der angegebenen Stellen einzeln drückt. Nun liegen aber diese ungleichnamigen Stellen, wenigstens annäherungsweise, unter gleichen Längen- und Breitengraden und so sind auch diese Erfahrungen der aufgestellten Lehre günstig.

Giebt man zu, daß Objecte, um einfach gesehen zu werden, ihre Lichtstrahlen auf identische Stellen der Netzhaut werfen müssen, so läßt sich beweisen, daß Objecte nur dann einfach erscheinen können, wenn sie in einer Kreislinie liegen, welche einen beliebigen fixirten Punkt und die beiden Kreuzungspunkte der Richtungslinien schneidet.

Fig. 17.

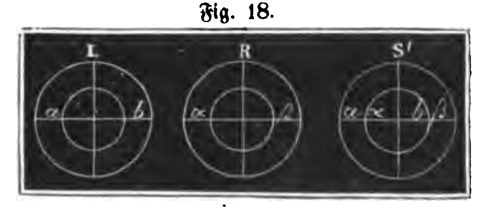


Es bedeuten *LR* in Fig. 17. die beiden Augen, *xa* und *ya*, die in *a* zusammentreffenden Seharen, und *abcxy* die erwähnte Kreislinie, indem *xy* die Kreuzungspunkte der Richtungslinien darstellen. Nun fallen zwei gerade Linien, welche von einem beliebigen Punkte des Kreises, z. B. *b*, durch die Kreuzungspunkte verlängert werden, nothwendig auf correspondente Netzhautstellen *ee'*; denn da die Winkel *axb* und *ayb* nach einem bekannten geometrischen Lehrsatze gleich sind, so muß *dye* mit *d'xe'* gleich sein, woraus sich die correspondente Lage von *e* und *e'* von selbst ergiebt. Johannes Müller, dem wir diesen wichtigen Lehrsatz verdanken, nannte die bezeichnete Kreislinie Horopter, wobei er dem Vorgange des Aguilonius folgte, welcher unter demselben Namen die Linie zu construiren suchte, in welcher Objecte beiden Augen einfach erschienen. Nach der irrigen Ansicht dieses alten Physikers, war der Horopter eine, durch den Kreuzungspunkt der Seharen gezogene,

und mit derjenigen parallel laufende Linie, welche den Mittelpunkt beider Augen verbindet.

Wir haben oben gefunden, daß das Netzhautbild und die von ihm abhängige Figur im Sehfelde sich geometrisch entsprechen. Wir können nun auch das Sehfeld durch Längen- und Breitengrade eintheilen, indem wir das Centrum desselben als Pol benutzen. Unter Zuziehung solcher Hülfslinien läßt sich angeben, welche Stellung zwei Empfindungen im Sehfelde haben werden, welche von differenten Punkten der Netzhaut abhängen. Gesetzt, der empfindende Punkt des linken Auges würde a und sein identischer im rechten α genannt, gesetzt ferner, der empfindende Punkt im rechten Auge heiße β und sein identischer im linken b, so braucht man nur zu untersuchen, um wie viel Grade a und b, oder α und β, sowohl unter sich, als vom Axenpunkte entfernt liegen, um zu wissen, daß die dazu gehörigen Empfindungspunkte im Gesichtsfelde um eben so viele Grade unter sich aus einander liegen und vom Centrum entfernt sind.

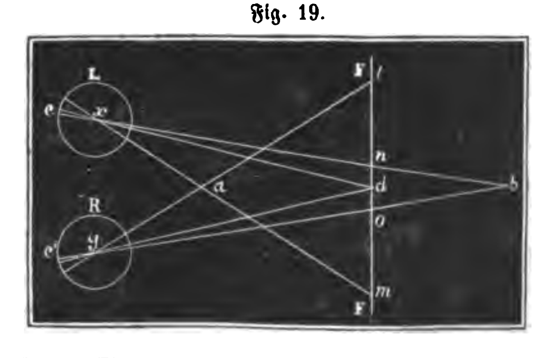
Fig. 18.



In beistehender Fig. 18. bedeuten L das linke, R das rechte Auge, S das Gesichtsfeld. Fällt Licht auf a und β, so erscheinen die Bilder im Gesichtsfelde bei $a\alpha$ und $b\beta$, fällt es auf b und α, so erscheinen die Bilder an derselben Stelle, nur in umgekehrter Ordnung, d. h. wenn das im linken Theile des Sehfeldes befindliche Bild im ersten Falle dem linken Auge gehört, so gehört es im zweiten dem rechten [1]).

Beziehen wir den Stand eines Gesichtsobjectes auf die Ebene, in welcher der Fixationspunkt liegt, so läßt sich die Lage der Doppelbilder mit geometrischer Genauigkeit entwickeln. Man ziehe zwei gerade Linien von dem Kreuzungspunkte jedes Auges durch den Punkt, welcher doppelt erscheint und durch die Fixationsebene, so bezeichnen die Kreuzungspunkte dieser geraden Linien und der Fixationsebene den scheinbaren Ort der Doppelbilder auf dieser.

Fig. 19.



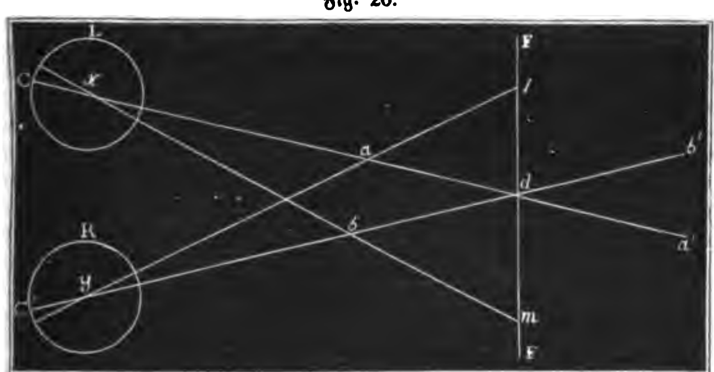
In Fig. 19. bedeuten $L\ R$ die Augen, $x\ y$ die Kreuzungspunkte der Richtungslinie, FF die Fixationsebene, in welcher die Augenaxen cd und $c'd$ bei d zusammentreffen, endlich ab zwei Punkte, von welchem a vor dieser Ebene, b dagegen hinter ihr gelegen ist. Dem vorausgeschickten Lehrsatz zu Folge, sind lm die Punkte,

[1]) Mancher Leser wird daran Anstoß nehmen, daß ich den Buchstaben, welche den Ort der Bilder im Sehfelde andeuten, nicht die umgekehrte Stellung von den Buchstaben gegeben habe, welche die Lage der Bilder auf den Netzhäuten bezeichnen. Dies geschah geflissentlich, weil ich behaupten muß, daß in der Sphäre des reinen Empfindens, auf welche sich die gegenwärtige Darstellung beschränkt, von einem umgekehrten Verhältniß zwischen Bild und Empfindung nicht die Rede ist. Hiervon unten ausführlicher.

wo die Doppelbilder des zu nah gelegenen Objectes a auftreten, während n o die Stellen anzeigen, wo die Doppelbilder von b liegen. Der Leser wird sich den Beweis des Lehrsatzes leicht selbst ausführen können, wenn er erwägt, daß die geraden Linien, welche vom Kreuzungspunkte durch das zu nahe Object bis zur Fixationsebene, oder im andern Falle vom Kreuzungspunkte durch die Fixationsebene bis zum fernen Objecte gezogen werden, nichts anderes als Richtungslinien sind, und sich des Lehrsatzes erinnert, daß leuchtende Punkte sich decken, wenn sie in gleichen Richtungslinien liegen. Weil also $x\,a\,m$ und $y\,a\,l$ Richtungslinien sind, so müssen die leuchtenden Punkte $a\,m$ und $a\,l$ sich decken, d. h. das Auge L sieht das Object a an demselben Punkte, wo es m sieht, und das Auge R erblickt a an demselben Orte als l u. s. w.

Aus denselben Principien folgt, daß zwei leuchtende Punkte, welche außerhalb des Horopters liegen, entweder als 4 oder als 3 Punkte gesehen werden müssen, letzteres nämlich dann, wenn die beiden leuchtenden Punkte in die Verlängerung der optischen Axen fallen. In Fig. 20. sei d der Punkt, in welchem die Sehaxen $c\,x\,d$ und $c'\,y\,d$ convergiren und FF die Fixationsebene. Dann

Fig. 20.



erscheinen die Punkte $a\,b$ für das Auge L bei $d\,m$, für das Auge R dagegen bei $d\,l$, und folglich ist d der gemeinsame Ort zweier Bilder, eines Bildes von a und eines Bildes von b, welche nothwendig sich decken müssen, da jedes sich mit d deckt. Es versteht sich nun von selbst, daß 3 Bilder auch dann auftreten müssen, wenn die Objecte a und b in der Verlängerung der optischen Axe hinter der Fixationsebene, z. B. bei a' und b' liegen.

Wir sehen in vielen Fällen die Doppelbilder nicht, wo sie der Theorie nach erwartet werden dürften, was hauptsächlich von 4 Gründen abhängt. Erstens liegen die Netzhautbilder der Objecte, welche doppelt gesehen werden sollten, fast ohne Ausnahme in seitlichen Theilen des Gesichtsfeldes, wo die Sehkraft schwächer ist. Zweitens werden derartige Objecte in sehr vielen Fällen unter ungünstigen Accommodationsverhältnissen gesehen, und der Natur der Sache nach muß bei jedem Vorkommen von Doppelbildern mindestens einer der genannten Umstände das Deutlichsehen beeinträchtigen, während oft beide verbunden auftreten. Drittens: jede der beiden Netzhautstellen, welche die Doppelbilder produciren, hat ihre correspondirende Stelle im andern Auge, welche ein anderes Bild empfängt und in dieselbe Stelle des Sehfeldes zu setzen sucht. Dieser Wettstreit identischer Netzhautpunkte in der Production verschiedener Bilder für einen und denselben Ort, verwirrt die Empfindung und macht die

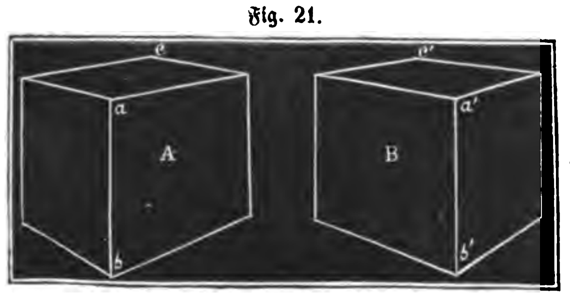
Doppelbilder undeutlich. Viertens endlich convergiren die Sehaxen mit seltenen Ausnahmen in irgend einem Gegenstande, und indem dieser unter den bei weiten günstigsten Verhältnissen zur Wahrnehmung kommt, nimmt er die Aufmerksamkeit fast ausschließlich in Anspruch und entzieht sie dem übrigen Theile des Gesichtsfeldes. Das letzte Moment ist von vorzugsweisem Einflusse, und erklärt, wie man durch Uebung eine Fertigkeit im Wahrnehmen der Doppelbilder erwerben kann.

Wheatstone benutzte eine Anzahl von Fällen, wo Objecte doppelt gesehen werden sollten und gleichwohl einfach erscheinen, um die oben erörterte Lehre von den identischen und differenten Netzhautstellen anzugreifen. Er machte die sehr scharfsinnige Bemerkung, daß in der That kein Körper, d. h. kein Gesichtsobject, welches Dimensionen der Tiefe hat, mit allen seinen Theilen im Horopter liege, daß also gewisse Conturen desselben unvermeidlich auf differente Netzhautstellen fallen müßten, während gleichwohl die Totalität desselben den Eindruck des Einfachen mache.

Brücke und Tourtual, denen ich vollkommen beistimme, leugnen, daß die Einheit des Eindrucks unmittelbar durch den Empfindungsact gesetzt werde, und behaupten, daß dieselbe erst aus der Mitwirkung des Vorstellungsvermögens hervorgehe. Um von einem Körper mit Tiefendimensionen eine deutliche Anschauung zu gewinnen, müssen wir uns auf eine ähnliche Weise benehmen, als wenn wir eine deutliche Ansicht von einer großen Fläche zu erlangen wünschen. Wir müssen in letzterem Falle, z. B. bei Betrachtung eines großen Gemäldes, den Fixationspunkt durch die ganze Ausbreitung der Fläche wandern lassen, und die Seele combinirt nachmals die in der Zeitfolge gewonnenen Eindrücke zu einem in allen seinen Theilen präsenten Ganzen. Bei Betrachtung eines Körpers verlegen wir auch den Fixationspunkt, wir lassen die Augenaxen bald in den näheren, bald in den ferneren Punkten des Objectes zur Kreuzung kommen und bewirken hiermit, daß sämmtliche Körpertheile einmal in den Horopterkreis fallen und hier einfach und deutlich gesehen werden. Aus diesen ebenfalls in der Zeitfolge gewonnenen einfachen Elementen, erbaut sich die Seele die einfache Anschauung des Ganzen.

Wheatstone leugnet dies mit Bezug auf eine Reihe der interessantesten Beobachtungen. Betrachtet man einen nicht zu großen Körper in ziemlicher Nähe, so erhält jedes Auge von demselben ein sehr verschiedenes Bild. Ein kleiner Würfel z. B., welcher mit einer seiner scharfen Kanten dem Beobachter zugewendet ist, erscheint dem rechten Auge unter der Form von A, dem linken unter der Form von B.

Fig. 21.



Zeichnet man diese verschiedenen Ansichten auf Papier nahe neben einander (Fig. 21.) und giebt den Augen eine derartige Richtung, daß beide verschmelzen (man vergl. die Erklärung zu Fig. 19.), so sieht man den Würfel wie ein Körperliches vor sich. Der Anblick wird noch täuschender, wenn man den Versuch mit Wheatstone's Stereoskop anstellt. Dieses Instrument ist so eingerichtet, daß zwei Zeichnungen, welche

genau die Ansichten wieder geben, welche das linke und rechte Auge von einem Körper erhalten, ihre Bilder auf denselben Stellen der Netzhaut entwerfen, auf denen das Object selbst sein Bild würde entworfen haben. Bringt man in das Stereoskop zwei Kreise von etwas verschiedener Größe, so sieht man nur einen Kreis, dessen Peripherie weder so groß als die des einen Auges, noch so klein als die des andern ist, sondern zwischen beiden die Mitte hält.

Wheatstone nimmt an, daß die perspectivisch richtig gezeichneten Figuren durch einen unmittelbaren Empfindungsact stereometrisch begriffen werden, und verwahrt sich ausdrücklich gegen die Annahme, daß hier die Augenaxen jene Bewegungen machten, durch welche oben die Einheit des Bildes erklärt wurde. Ich verspare die Untersuchung, ob die Augenbewegungen bei den Erscheinungen im Stereoskop betheiligt sind, auf einen späteren Abschnitt, und begnüge mich gegenwärtig zu beweisen, daß eine Verschmelzung differenter Bilder, wie sie Wheatstone annimmt, nicht stattfinde. Man beachte Folgendes:

1) Fixirt man im Bilde des Stereoskops einen bestimmten Punkt, z. B. im Würfelbilde die am weitesten nach hinten liegende Ecke, welche durch die Punkte $c\ c'$ der Zeichnungen gegeben ist, so erscheinen demjenigen, der hinreichende Uebung im Erkennen der Doppelbilder hat, die vorderste Kante des Würfels, welche durch die Linien $a\ b$ und $a'\ b'$ der Zeichnungen producirt wird, doppelt, wie der Theorie nach nothwendig ist.

2) Zwei Kreise von verschiedener Größe erscheinen nur dann einfach, wenn sie der Größe nach sich wenig unterscheiden. So erkenne ich auf 13'' Entfernung schon 2 Kreise, von 9''' und $10^1/_2$''' Durchmesser als 2 concentrisch in einander liegende. Bringen wir dies auf Wheatstone's Theorie zurück, so ist zu sagen: nur solche differente Punkte können sich zur Einheit der Empfindung verbinden, deren Repräsentanten im Sehfelde ziemlich nah beisammen liegen. Der Versuch mit den beiden Kreisen gäbe dann die Grenze an, innerhalb welcher differente Punkte sich zur gemeinsamen Action verbinden können. Wenn nun bei Betrachtung der hintern Ecke des Würfels im Stereoskop, der ganze Würfel momentan einfach erscheint, so kann dies nur einen psychologischen Grund haben, denn die Linien $a\ b$ und $a'\ b'$ liegen weit außerhalb der oben bemerkten Grenze möglicher Verschmelzung.

3) Aber selbst die Verschmelzung der beiden verschieden großen Kreise, kann nicht, wie Wheatstone meint, ein Product unmittelbarer Empfindung sein: a) weil dann im Auseinandertreten solcher Kreise, welche sich der Größe nach zu wenig gleichen, Uebergangsverhältnisse vorkommen müßten, während, wie auch immer die Diameter gewählt werden mögen, dieselben sich entweder vollkommen decken, oder um ein Ansehnliches auseinanderstehen; b) weil bei directer Verschmelzung der Empfindung ein Kreis mit breiter, gleichsam verwaschener Peripherie entstehen müßte, deren äußerer Contur dem großen Kreise und deren innerer dem kleinen gleich käme.

4) Wenn man einen Faden fixirt, welcher zwischen den Sehaxen der Länge nach ausgespannt ist, so erscheint er im gekreuzten Doppelbilde, eine Erfahrung, welche mit Wheatstone's Behauptungen in directem Widerspruch steht. Der Faden sollte nach seiner Theorie einfach erscheinen, oder höchstens an den Enden doppelt, welche auf allzu differente Punkte der Netzhäute fielen, denn nur solchen würde das Vermögen abgehen, Netzhautbilder, die von einem Objecte herrühren, in einer Anschauung zusammen zu bringen. — Das gekreuzte Doppelbild des Fadens ist einer der schönsten Beweise für die Lehre von den identischen und differenten Netzhautpunkten, und es fragt sich nur, warum hier

jener psychische Proceß, welcher die Einheit der Empfindung für verschieden Entferntes herstellt, sich so gänzlich unwirksam zeigt? —

Indem Doppelbilder stets undeutlich sind, haben wir Ursache sie zu vermeiden, und das Auge lernt durch Uebung die geeigneten Stellungen annehmen, um die Netzhautbilder auf identische Stellen zu bringen. Wir fixiren das Object, indem wir es in den Kreuzungspunkt der Sehaxen bringen, aber diese Fixation allein ist nicht immer genügend. Die Einheit der Erscheinung kann für Gegenstände, welche uns einigermaßen nahe und zugleich über oder unter dem horizontalen Durchschnitt unserer Augen liegen, nur unter Mitwirkung der schiefen Augenmuskeln gewonnen werden. Dies beweist am besten das Ophthalmotrop, doch dürfte auch folgende Betrachtung den Zusammenhang klar machen. Bei Fixation naher Objecte sind die Augen nach innen gerichtet. Man übertreibe im Gedanken diese Richtung nach Innen, so würden die optischen Axen mit dem Querdurchmesser der Augenhöhle zusammenfallen und jede Contraction der obern und der untern Augenmuskeln würde nicht eine Hebung und Senkung, sondern eine Axendrehung zur Folge haben. Hieraus ergiebt sich, daß bei jeder Convergenz der Augen auf ein Nahes, das Sehen nach oben wie nach unten mit einer mehr oder weniger merklichen Axendrehung complicirt ist. Beim Sehen nach oben rollen die Augen gegen einander zu, beim Sehen nach unten von einander weg, oder mit andern Worten: zwei perpendiculäre Ebenen in der Richtung der optischen Axen durch die Augen gelegt, nähern sich im ersten Falle mit ihren oberen Hälften, im zweiten Falle mit ihren untern. Man denke sich die Grenzen dieser Ebenen als die ersten Längengrade jedes Auges, so wird man einsehen, daß das Bild einer fixirten senkrechten Linie nicht auf identischen Netzhautpunkten bleiben könne, wenn die Augen ihre Stellung veränderten, gleichviel ob nach aufwärts oder nach abwärts.

Der obere und der untere gerade Augenmuskel erzeugen bei convergirendem Blicke eine störende Axendrehung, welche nur durch Gegenwirkung der schiefen Muskeln verhütet werden kann. Erinnert man sich, was über die Wirkung der Mm. obliqui in einem frühern Abschnitte gesagt wurde (III. C.), so wird man finden, daß beim Sehen nach oben und innen die obern schiefen Muskeln, beim Sehen nach unten dagegen die oberen thätig sein müssen. Ferner wird man mit Hülfe des Vorausgeschickten begreifen, daß zur Herstellung einfacher Bilder unter Umständen ein unterer und ein oberer schiefer Muskel sich associiren müssen. Dies ist jedesmal nothwendig, wenn beide Augen nach einer Seite und zugleich nach oben oder unten blicken. Denn auch bei dieser Stellung müssen die Muskeln, welche das Auge bei normaler Lage um seine Queraxe drehen, eine theilweise Drehung um die optische Axe bewirken. Nur wird, indem das eine Auge nach außen, das andere nach innen steht, eine Axendrehung correspondenter Art entstehen, beide Augen rotiren entweder nach rechts oder nach links, ein Mißverhältniß der Bewegung, welchem nur durch die associirte Thätigkeit der ungleichnamigen schiefen Augenmuskeln vorgebeugt werden kann. Welche speciellen Muskeln sich bei jeder Art von Augenbewegung combiniren müssen, ergiebt sich bei einigem Nachdenken aus dem Gesagten von selbst, übrigens hatte Ruete sämmtliche vorkommenden Combinationen richtig angegeben[1]).

Man darf fragen, worin die Ursache des Einfachsehens mit identischen Netzhautpunkten liege? Nicht der Tastsinn hat uns belehrt, daß die Objecte einfach seien, welche wir ursprünglich doppelt sehen, sondern das Einfachsehen der identischen Netzhautstellen ist angeboren. Dies beweist, wie Tourtual

[1]) Lehrbuch der Ophthalmologie. S. 171.

richtig bemerkt, die geometrisch bestimmbare Lage der Doppelbilder, eines zu nahen und eines zu fernen Objectes, desgleichen die Unmöglichkeit, uns durch Tasten von der Einheit eines Bildes zu überzeugen, welches nun einmal doppelt im Sehfelde vorhanden ist. — Nicht minder wichtig sind die Fälle halbseitigen Sehens bei Desorganisation einer Wurzel des Chiasma, eines Vierhügels oder Sehhügels, einer Hirnhälfte u. s. w., denn da die Blindheit in diesen Fällen stets identische Stellen der Netzhäute betrifft, so kann schwerlich bezweifelt werden, daß eben so wie das gemeinschaftliche Sterben auch das gemeinschaftliche Leben identischer Stellen an die Integrität eines Hirnpunktes organisch gebunden sei. Die Gegner dieser Ansicht beriefen sich hauptsächlich darauf, daß Schielende allmälig einfach sehen lernen, eine Erfahrung, die sehr wenig beweist. Eine Menge von Doppelbildern entgeht ohnehin unserm Bewußtsein, und je stärker das betheiligte Auge verdreht ist, um so mehr fällt das Bild des fixirten Objectes auf die wenig sensibeln Stellen der Netzhaut. Freilich fällt auch auf das Centrum des schielenden Auges irgend ein Bild, welches seiner Lage nach deutlich empfunden werden könnte, aber je länger der Fehler des Schielens besteht, um so schwächer wird das Gesicht auf der leidenden Seite, und hiermit werden die Doppelbilder, die ja anfangs keineswegs fehlen, mit der Zeit schwächer und schwächer.

Prüft man übrigens die Erklärung des Einfachsehens durch Erziehung des Gesichtssinnes sorgfältiger, so stößt man auf Unklarheiten. Gesetzt die Erfahrung könnte uns allmälig zu der Erkenntniß führen, daß ein Object, welches wir doppelt sehen, in Wirklichkeit eins wäre, so wüßte ich doch nicht, welche Art der Erfahrung uns veranlassen könnte, das Schattenfeld als eines zu empfinden. Ferner giebt man zu, was a priori nothwendig ist und später durch eine interessante Erfahrung bestätigt werden soll, daß die Größe des Gesichtsfeldes von der Zahl der diskret empfindenden Nervenelemente abhängt, so müßte das Gesichtsfeld im Anfange, wo sämmtliche sensibeln Punkte diskret sein sollen, doppelt so groß sein als später, nach erlangter Uebung im Sehen. Die ärgste Verwirrung entsteht aber, wenn man sich Rechenschaft zu geben sucht, welche Veränderungen im Areal des Gesichtsfeldes eintreten müßten, wenn bei erworbenem Schielen sich die schon gewonnene Identität gewisser Netzhautpunkte lösen und in andere Combinationen übergehen sollte. Man reducire die Zahl der empfindenden Punkte in jedem Auge auf 3, und denke sich, daß in Folge von Angewöhnung die Punkte $a\,b\,c$ des einen Auges den Punkten $a'\,b'\,c'$ des andern entsprechen. Nun fängt das Auge an zu schielen, und soll lernen a mit b', b mit c' und c mit a' zu verbinden. Ehe diese neue Gewöhnung entstehen kann, muß die alte sich auflösen, aus 3 identischen Paaren von Punkten entstehen 6 einzelne, und folglich müßte eine Uebergangszeit vorkommen, wo sich die Größe des Sehfeldes verdoppelte!

Die anatomische Untersuchung des Chiasma lehrt, daß in diesem die Fasern des Sehnerven eine theilweise Kreuzung erfahren. Ein Theil der Fasern des linken Nerven geht zum linken, ein anderer Theil zum rechten Auge und umgekehrt. Da nun die pathologischen Erfahrungen dafür sprechen, daß Fasern, welche auf einer und derselben Seite des Gehirnes entspringen, zu identischen Stellen der Netzhaut gehören, so ist erklärlich, wie jedes Auge ein Netzhautareal erlange, welches mit einem entsprechenden des andern Auges identisch wirke. Weiter lehrt die Anatomie, daß die äußern Faserbündel jedes Nerven im Chiasma ebenfalls nach außen liegen und sich nicht kreuzen. Erlauben wir uns die Voraussetzung, daß diese Faserbündel ihre Lage auch im weiteren Verlaufe beibehalten und die Außenseiten der Augen versorgen, so ist begreiflich, warum diese different wirken. Weitere Aufschlüsse über den organischen Grund

des Einfachsehens vermag die Anatomie zur Zeit nicht zu geben. Ob die Identität der Fasern auf einer endlichen Verschmelzung derselben beruhe und wo diese zu Stande komme, ist unbekannt, die Hypothesen, welche in diesem Bezuge aufgestellt worden sind, glaub' ich übergehen zu dürfen.

Während beide Augen beim Sehen sich in der Weise zu einer gemeinsamen Thätigkeit verbinden, daß die Duplicität der Netzhautbilder in der Einheit des Gesichtsfeldes zur Verschmelzung kommt, so verbinden sie sich, wenn verschiedenfarbiges Licht die eine und die andere Netzhaut trifft, doch nicht in der Weise, daß die Differenz der Farben in einer vollständigen Mischungsfarbe verloren ginge. Es war du Tour, welcher zuerst auf diesen merkwürdigen Umstand aufmerksam machte. Wenn man vor dem einen Auge ein gelbes, vor dem andern ein blaues Glas anbringt, und dann eine weiße Fläche betrachtet, so gleicht sich, wie Joh. Müller richtig bemerkt, das Plus und Minus des Lichtes, welches durch das eine dunklere und das andre hellere Glas einfällt, zu einer mittleren Beleuchtung des Gesichtsfeldes aus, aber die beiden Farben erfahren keine vollständige Verschmelzung. Nämlich entweder sieht man abwechselnd bald die eine und bald die andere Farbe im Gesichtsfelde auftauchen, oder wenn es gelingt, die Empfindungen beider Augen zu verschmelzen, so sieht man eine schmutzige nur wenig in's Grünliche spielende Farbe, aber nichts weniger als ein reines Grün. Dasselbe wird wahrgenommen, wenn man das eine Auge mittelst eines leichten Fingerdruckes ein wenig verschiebt und dadurch bewerkstelligt, daß die Bilder zweier gefärbten Papierstreifen sich decken.

Es ist schwer, die Empfindung mit Worten zu beschreiben, welche entsteht, wenn identische Netzhautpunkte von differentem Lichte getroffen werden, und hieran mag es hauptsächlich liegen, daß einige Beobachter eine Mischung der Farben wahrzunehmen behaupteten, obschon bei der verschiedenen Empfänglichkeit für Farbeneindrücke nicht unbedingt geleugnet werden kann, daß solche Behauptungen in einzelnen Fällen eine subjective Begründung haben mögen. Jedenfalls ist als Regel anzunehmen, daß differente Farben, welche identische Netzhautstellen treffen, nicht eine derartige Mittelfarbe erzeugen, wie diese aus der Vermischung eben derselben Malerfarben hervorgehen würde. Dies geschieht selbst dann nicht, wenn das gefärbte Licht, welches zum Versuche benutzt wird, ein vollkommen reines ist, wie die Versuche beweisen, in welchen ich verschiedene Farbenstrahlen des Prisma in mein Auge fallen ließ [1]).

Ich fühlte mich veranlaßt zu untersuchen, was entstehe, wenn verschiedenfarbiges Licht auf einen und denselben Punkt eines und desselben Auges falle, und erhielt das merkwürdige Resultat, daß selbst in solchen Fällen nicht nothwendig die reine Mischungsfarbe gesehen werde [2]). Um verschiedenfarbiges Licht auf denselben Punkt der Netzhaut zu erhalten, betrachtete ich einen gefärbten Papierstreifen, welcher beträchtlich schmäler war, als der Durchmesser der Pupille, vor einem anders gefärbten Hintergrunde. Befindet sich nun letzterer in einer Entfernung von 12—15″, der Papierstreifen dagegen etwa 3″ vom Auge, so entsteht auf derselben Stelle der Netzhaut sowohl ein Bild des Papierstreifens, als auch derjenigen Partie des Hintergrundes, welche mit dem Streifen in gleicher Richtungslinie liegt. Man sieht durch den farbigen Papierstreifen hindurch den farbigen Hintergrund, in ähnlicher Weise, wie man durch einen farbigen Flor verschiedenfarbige Gegenstände in ihren eigenthümlichen Farben wahrnimmt. Bei derartigen Versuchen habe ich folgende Bemerkungen gemacht: Die beiden Farben des Papierstreifens und des Hinter-

[1]) Beiträge, S. 93. [2]) Müller's Archiv, 1838. S. 373.

grundes, geben in keinem Falle die zu erwartende Mittelfarbe, sondern höchstens einen schmutzigen Farbenton, der zu jener hinneigte, aber auch dies selten. Gewöhnlich sieht man nur eine Farbe, entweder die des Hintergrundes oder die des vordern Streifens, welche zwar eine Veränderung allerdings erfahren hat, aber nur in so fern, als sie minder intensiv, gleichsam verwaschen und anders beleuchtet erscheint. Denn auch in diesen Versuchen gleicht sich gewöhnlich das Lichte und Schattige beider Farben zu einem mittleren Eindrucke aus, und Ausnahmen von dieser Regel scheinen nur da vorzukommen, wo aus subjectiven Gründen die Wahrnehmung des Kontrastes sich geltend macht. Betrachtet man z. B. einen gelben Papierstreifen vor einem zur Hälfte schwarzen, zur Hälfte blauen Hintergrunde, so erscheint derselbe vor dem Schwarz heller als vor dem Blau, wahrscheinlich deshalb, weil das Schwarz das Auge gar nicht reizt und die Kraft des Empfindens sich in der Auffassung der Farbe concentriren kann.

Ich bemerkte in den erwähnten Versuchen ferner, daß verschiedene Umstände darauf Einfluß haben, welche der beiden Farben, die gleichzeitig in's Auge fallen, zur Wahrnehmung kommen. Wird nämlich exclusiv nur die eine der beiden Farben wahrgenommen, so ist dies entweder die hellere, besonders wenn die Helligkeit mit Glanzlicht verbunden ist, oder die Farbe des fixirten Objectes, oder endlich diejenige Farbe, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet ist. Das letztere Moment hat ein besonderes physiologisches Interesse. Wenn trotz der Fixation des Hintergrundes, dennoch die Farbe des vordern Papierstreifens gesehen wird, so gelingt es, aber nur bei gewissen Farbentönen durch die Kraft des Willens diese Farbe zu verbannen und ihr die des Hintergrundes zu substituiren. Diese Substitution ist nicht ein Werk der Phantasie, denn nicht nur fühlt das Auge sich bei diesem Experimente angestrengt, sondern es hängt auch nicht von dem Willen des Beobachters ab, die substituirte Farbe sich anhaltend zu vergegenwärtigen. Vielmehr tritt dann ein Schwanken der Empfindung ein, und es erscheint abwechselnd und in nicht zu bestimmenden Intervallen, bald die Farbe, welche man sehen will, bald diejenige, welche man nicht sehen möchte, und welche bei mangelnder Anspannung des Geistes allein auftritt. Mit Bezug auf diese Beobachtungen glaubte ich annehmen zu müssen, daß die subjective Selbstthätigkeit auf die Empfänglichkeit der Netzhaut für die eine oder die andere der Farben, welche gleichzeitig in's Auge fallen, einen Einfluß habe. Es gereicht mir zur besondern Befriedigung, daß Tourtual sich sowohl mit den Beobachtungen als den daraus gezogenen Schlüssen einverstanden erklärt hat [1]).

Die eben erzählten Versuche können indeß nicht beweisen, daß dem Auge die Fähigkeit ganz abgehe, verschiedenes Licht, wenn es dieselbe Stelle der Netzhaut trifft, zu einer wahren Mischungsfarbe zu verbinden. Mile macht darauf aufmerksam, daß gestreifte Zeuge oder farbige Stoffe mit einem andersfarbigen Flor bedeckt, in einer gewissen Entfernung die reine Mischungsfarbe geben, und bemerkt ganz richtig, daß eine durch Mischung von Blau und Gelb erhaltene grüne Farbe, doch nur aus blauen und gelben Molekülen bestehe, welche den Eindruck der Einheit machen, weil die auf der Netzhaut über einander greifenden Farbenbilderchen von dem Sehorgane zur Mischungsfarbe verschmolzen werden [2]). Hiernach entsteht die Frage, warum verschie-

[1]) Müller's Archiv, 1840. Jahresbericht S. 62 ff.
[2]) Ebendaselbst, 1839. S. 64.

dene Farben, welche auf eine und dieselbe Stelle der Netzhaut fallen, in gewissen Fällen sich mischen, in andern nicht. Mile bemerkt, daß in den von ihm angeführten Fällen es immer viele und abwechselnd gestellte Farbenstellen sind, welche man betrachtet, was zur Folge haben müsse, daß die verschiedenfarbigen Bilder mehrfach in einander greifen und darum vollständiger sich mischen. Statt dessen bilde der in meinen Versuchen betrachtete Papierstreifen vor einem andersfarbigen Grunde nur zwei (?) Reihen von Zerstreuungskreisen, welche nur in ihrer Mitte eine etwas intensivere, am Rande aber schnell abnehmende Färbung gäben, sich also mit der Farbe des Hintergrundes nicht genug sättigten. Die Zulänglichkeit dieser Erklärung möchte ich indeß schon darum bezweifeln, weil in meinen Versuchen der schmale Farbenstreif bisweilen die Farbe des Hintergrundes vollkommen verdrängte. War die Farbe des schmalen Streifens intensiv genug, um die gleichzeitig in's Auge fallende zweite Farbe völlig niederzuschlagen, so hätte sie auch hinreichend gesättigt sein müssen, um dieselbe zur Mischungsfarbe umzustimmen. Es zeigt sich aber ferner auch dann keine Mischungsfarbe, wenn man durch einen farbigen Schleier gefärbte Flächen betrachtet, vorausgesetzt, daß der Schleier nicht auf dem anders gefärbten Objecte unmittelbar aufliegt, vielmehr dem Auge beträchtlich näher steht als jenes. So fand ich es bei Betrachtung einer himmelblauen Fläche durch dichten citronengelben Flor, dessen Maschen nur sehr wenig breiter waren als die Faden des feinen Stoffes selbst. Tourtual glaubt, verschiedenfarbiges Licht werde von derselben Stelle der Netzhaut dann zur Mittelfarbe verbunden, wenn die Lichtstrahlen von einem Punkte ausgehen und in einer Richtung in's Auge fallen, während in Fällen, wo diese Bedingungen fehlen, eine Farbenverschmelzung nicht eintrete. Streng genommen kann ersteres nie vorkommen, aber auch abgesehen hiervon erregt jene Erklärung Bedenken. Wenn ein gestreiftes Zeug in einiger Entfernung in der Mischungsfarbe erscheint, so gehen die verschiedenen Farbenstrahlen entschieden nicht von denselben Punkten aus, und wiederum fällt in den von mir angestellten und von Tourtual bestätigten Versuchen, in welchen eine Mischungsfarbe nicht bemerkt wird, das verschiedenfarbige Licht so weit in gleicher Richtung in's Auge, als dies überhaupt je möglich ist. Ich finde zwischen den von Mile berücksichtigten Fällen, wo Farbenmischung eintritt, und meinen Experimenten, wo sie nicht eintritt, zur Zeit nur den einen Unterschied, daß in jenen die farbigen Objecte in gleicher Entfernung vom Auge liegen, in diesen dagegen in ungleicher, aus welchem Unterschiede ich jedoch die Verschiedenheit der Erscheinungen nicht abzuleiten weiß.

Die Thatsache, daß dieselbe Netzhautstelle Eines Auges von zwei elementaren Farben gleichzeitig gereizt werden kann, ohne zu einer mittlern Empfindung bestimmt zu werden, scheint von entschiedener Wichtigkeit, theils in psychologischer Hinsicht, theils in physiologischer. So lange man nur wußte, daß identische Stellen der beiden Augen sich nicht zur Empfindung der Mittelfarbe vereinigten, war es ein großes Räthsel, warum solche Stellen sich zur Einheit der Raumanschauung, nicht aber zur Einheit der Farbenempfindung verbänden. Vielen erschien dies nicht nur ein Räthsel, sondern ein Widerspruch, den sie nur dadurch glaubten beseitigen zu können, daß sie die ganze Lehre von den identischen Stellen verwarfen, und die Einheit des Bildes aus einer psychologischen Verknüpfung organisch gesonderter Eindrücke ableiteten. Nach dem Mitgetheilten ist zwar das Räthsel nicht gelöst, warum die identischen Stellen beider Netzhäute nicht auch 2 Farben in eine verschmel-

zu, wohl aber ist die Fragstellung eine andere geworden. Da nämlich dieselbe Netzhautstelle desselben Auges einen derartigen Verschmelzungsproceß nicht nothwendig einleitet, so findet sich, daß dieser den identischen Stellen von vorn herein nicht anzumuthen ist. Du Tour's merkwürdige Erfahrungen stehen mit der Lehre von den identischen Netzhautpunkten nicht in directem Widerspruche.

Daß die Seele zwei Einflüsse, welchen sie gleichzeitig offen steht, auseinander zu halten wisse, ist in sofern nicht auffallend, als Aehnliches vielfach vorkommt (jeder gute Musiker unterscheidet die einzelnen Töne eines vollstimmigen Accords), aber sehr merkwürdig und fast unglaublich ist es, daß das materielle Organ zwei gleichzeitige physische Einflüsse gesondert aufnehmen sollte. Das Organ wird durch einen Reiz physikalisch umgestimmt, wirken zwei Reize gleichzeitig, so sollte die Umstimmung sich wie die Diagonale im Parallelogramm der Kräfte verhalten, ich meine, es sollte Eine Umstimmung da sein, Ein organischer Zustand, welcher ein Mittelding wäre, aus den beiden Zuständen, welche jeder Reiz für sich hervorgebracht haben würde. Erwägt man freilich, daß die Lichtstrahlen, welche von zahllosen Punkten ausgehen, sich millionenfach durchkreuzen, ohne sich zu stören (vielleicht das größte physikalische Räthsel, welches noch zu lösen ist), so kann man wohl sich denken, daß auch die den Lichtwellen entsprechenden Nervenoscillationen, durch den Leitungsapparat hindurchdringen, ohne sich zu vermischen.

D. Von der Schärfe des Gesichtes.

Ziemlich allgemein bezieht man die Schärfe des Gesichtes auf die Befähigung, sehr kleine Objecte auch ohne vergrößernde Mittel wahrzunehmen, während man die Deutlichkeit des Sehens in die Schärfe der Conture setzt, welche ebensowohl bei großen als kleinen Körpern fehlen kann. In diesem Sinne hängt die Schärfe des Gesichtes vorzugsweise von der Sensibilität der Netzhaut, die Deutlichkeit dagegen von den brechenden Mitteln und der durch sie bedingten Vereinigung des Lichtes ab. Indeß sind Schärfe und Deutlichkeit des Sehens nicht streng zu sondern. Mag nun die Netzhaut unfähig sein, Objecte unter sehr kleinen Gesichtswinkeln zu erkennen, oder mögen die brechenden Mittel einen schlechten Focus bilden, immer wird die Folge die sein, daß benachbarte Netzhauttheilchen ihre Empfindungen verschmelzen, daß aus zwei gesonderten, vielleicht verschiedenen Eindrücken, welche da sein sollten, ein einziger Mitteleindruck hervorgeht, und daß demnach die Feinheit der Empfindung, welche sich auf Unterscheidung der Theile eines Ganzen bezieht, beeinträchtigt wird.

Das Gesagte ist auf die Erscheinungen des undeutlichen Sehens leicht anzuwenden. Betrachtet man ein Object bei fehlerhafter Accommodation, so bildet sich für jeden Punkt des Gegenstandes ein Zerstreuungskreis, die Zerstreuungskreise schieben sich übereinander, die Empfindungen, welche von verschiedenen nahe beisammen liegenden Punkten des Objectes ausgehen, confundiren sich, und es wird daher schwieriger oder selbst unmöglich, die Differenz derselben wahrzunehmen. Man mache auf einen Bogen weißes Papier kleine schwarze Pünktchen, und bringe denselben in die passende Sehweite und betrachte ihn abwechselnd mit passender und sehr unpassender Accommodation, so werden die Punkte abwechselnd zum Vorschein kommen und schwinden. Ein Kurzsichtiger betrachte in großer Entfernung ein weißes, dunkelroth gestreiftes Zeug, so sieht er es einfarbig rosenroth.

Durchaus dieselben Erscheinungen haben wir bei Stumpfsichtigkeit. Wenn wir unfähig sind, überaus kleine Theilchen eines Körpers, den wir betrachten, zu unterscheiden, so kann dies nicht darauf beruhen, daß die Nervenpunkte, auf welche die Bilder jener Theilchen fallen, nicht empfinden, denn dann würde man den Körper, der ja aus lauter solchen kleinsten Theilchen besteht, überhaupt gar nicht sehen, sondern es beruht darauf, daß gewisse neben einander liegende und feine Nervenpunkte, statt gesondert zu empfinden, ihre Empfindungen confundiren. In Uebereinstimmung mit dieser Ansicht ist es, daß wir beim Zusammenreiben eines weißen und dunkelrothen Pulvers eine Mischung erhalten, welche auch bei vollkommenster Accommodation des Auges und in gehöriger Nähe rosenroth erscheint.

Die Erscheinungen des undeutlichen und des stumpfen Gesichtes sind so wenig verschieden, daß wir bei unserer Unfähigkeit, die kleinsten Theilchen der Gesichtsobjecte zu unterscheiden, durchaus nicht nachweisen können, in wie weit dieser Uebelstand auf Rechnung der brechenden Medien oder der Netzhaut komme. Hueck schätzt die Scharfsichtigkeit nach der Befähigung des Auges bei passender Accommodation mehr oder weniger kleine Theile der Gesichtsobjecte zu unterscheiden, und scheint diese Befähigung nur von der Sensibilität der Netzhaut abzuleiten. Da indeß die Krystalllinse Lichtstrahlen, welche von einem leuchtenden Punkte ausgehen, nie in einem mathematischen Punkte vereinigt, so hängt der Mangel absoluter Scharfsichtigkeit nicht blos von der Netzhaut, sondern auch von den brechenden Medien ab. Da ferner vorausgesetzt werden darf, daß die Krystalllinse je nach Verschiedenheiten der Form, das Licht mehr oder weniger vollkommen vereinige, so darf angenommen werden, daß die in sehr verschiedenem Grade entwickelte Fähigkeit, sehr kleine Theile zu erkennen, nicht blos von Differenzen im Baue der Netzhaut, sondern auch von Verschiedenheiten der Linsengestalt und überhaupt der brechenden Medien abhänge.

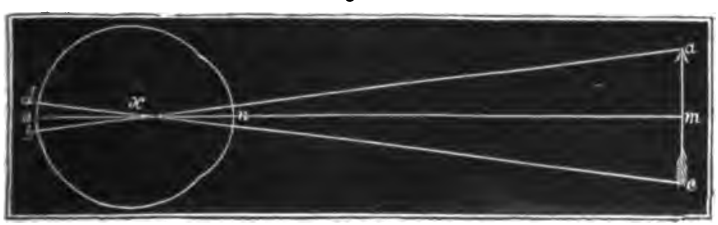
Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß die Unterscheidung des deutlichen und scharfen Sehens mehr oder weniger willkürlich ist, womit nicht geleugnet werden soll, daß es seine Vortheile habe, das Wort Scharfsichtigkeit beizubehalten und damit die relative Fähigkeit des Auges zu bezeichnen, bei passender Accommodation Objecte von möglichster Kleinheit zu erkennen. Der Grad der Scharfsichtigkeit wird durch die Kleinheit des Gesichtswinkels gemessen, unter welchem wir Objecte wahrzunehmen im Stande sind. Der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem wir sehen, ist von verschiedenen Beobachtern verschieden angegeben worden, was eines Theils auf individuelle Verschiedenheiten der Augen zu schieben ist, andererseits auf Beleuchtung und Gestalt der beobachteten Objecte.

Die genauesten Untersuchungen über diesen Gegenstand verdanken wir Hueck. Er betrachtete Gegenstände von verschiedener Gestalt und Farbe in verschiedenen Entfernungen und bemerkte, in welchem Abstande vom Auge dieselben für das Gesicht verschwanden. Hieraus ließ sich der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem die Objecte wahrnehmbar waren, berechnen. Das Resultat seiner Beobachtungen ist Folgendes: 1) Ein normales Auge, welches sich allen Entfernungen anpassen kann, sieht kleine Objecte, gleichviel ob nah oder fern, unter gleichem Gesichtswinkel verschwinden. 2) Einen Strich sieht man weiter als einen Punkt, auch wenn beide gleiche Durchmesser haben. 3) Weiße Objecte auf schwarzem Grunde sieht man weiter, als schwarze Objecte auf weißem. 4) Bei größern Entfernungen nimmt der zum Erkennen der Gegenstände erforderliche Sehwinkel allmälig etwas zu.

5) **Der kleinste Sehwinkel**, unter welchem weiße Punkte auf schwarzem Grunde sichtbar waren, betrug 2,6″, dagegen für weiße Striche auf demselben Grunde 1,2″. Einen Spinnenfaden erkannte Hueck selbst unter einem Winkel von 0,6″ und einen glänzenden Drath unter 0,2″. —

Eine etwas deutlichere Vorstellung von der Feinheit der Gesichtsempfindung bekommt man, wenn man die Diameter der kleinsten wahrnehmbaren Netzhautbildchen in Betracht zieht. Kennt man nämlich die Lage des Kreuzungspunktes x (Fig. 22.), in welchem sich die Richtungslinien ab und cd des Objectes ac schneiden, so ist dieser Diameter leicht zu berechnen.

Fig. 22.



Denn wenn ac normal zur Augenaxe steht, so sind die Dreiecke axc und dxb sich ähnlich und es verhält sich $ac : db = mx : ox$, folglich $\frac{ac \times ox}{mx} = db$ [1]). Hiernach hatte das Netzhautbildchen eines 0,002″ dicken Haares, welches ich auf 30″ Weite erkannte, einen Durchmesser von 0,000033″ [2]). Wenn aber ein Schüler von Bär's ein Haar von $^1/_{60}$‴ Dicke in einer Entfernung von 28′ noch wahrzunehmen im Stande war, so betrug, abstrahirt von der Verbreiterung des Netzhautbildchens durch Lichtzerstreuung, der Durchmesser von diesem nur 0,0000021″. Dergleichen Berechnungen dürfen indeß nicht benutzt werden, um auf das Maaß der kleinsten Netzhautstellen zu schließen, welche zur Herstellung einer Gesichtsempfindung geeignet sind. Es ist einerseits wahrscheinlich, daß in Folge von Lichtzerstreuung die Netzhautbildchen größer ausfallen, als die Berechnung angiebt, andererseits denkbar, daß überaus kleine Netzhautbildchen nur in Folge einer Irradiation des Reizes, über eine relativ weit größere Stelle der Netzhaut zur Wahrnehmung kommen.

Daß einer von den genannten beiden Umständen wirklich Statt finde, scheint folgendes Experiment zu beweisen. Ich spannte zwei Spinngewebfäden in paralleler Richtung und in einer Distanz von 0,0052″ neben einander auf, und fand, daß ich dieselben auf 7″ Entfernung als doppelt erkennen konnte, aber nicht weiter. Der scharfsichtigste unter meinen Freunden erkannte die Duplicität auf 13″ Entfernung. Berechnet man aus diesen Werthen die Distanz der Netzhautbildchen, so betrug sie für mein kurzsichtiges Auge 0,00037″, für das scharfsichtige meines Freundes 0,00021″. Zwei schwarze Parallellinien auf weißem Grunde, welche sich in einer gegenseitigen Distanz von 0,016″ befinden, erkenne ich mit Hilfe der Brille

[1]) Aus einem frühern Abschnitte ergiebt sich der Werth von $ox = 6{,}13$‴ und $mx = 3.97‴ + E$, wenn E die Entfernung des Objectes vom Auge bedeutet.

[2]) In meinen Beiträgen habe ich den Durchmesser noch kleiner angegeben, was darauf beruht, daß ich damals den Werth von ox geringer annahm.

in einer Entfernung von 27″. In diesem Falle ist die Distanz der Netzhautbildchen = 0,00029″. Demnach war der Diameter der kleinsten wahrnehmbaren Distanz für mein Auge gegen zehnmal größer, als der Diameter des kleinsten noch wahrnehmbaren Netzhautbildchens. Ich bin geneigt, hieraus zu schließen, daß der Focus, den mein Auge bei passender Sehweite bildet, einen Durchmesser von ungefähr 0,00029″ hat, und daß ich gerade deshalb nichts unter sehr kleinen Gesichtswinkeln sehe, weil das Licht unter allen Umständen eine zu große Zerstreuung erfährt.

Es ist allgemein bekannt, daß in den seitlichen Theilen des Gesichtsfeldes ungleich weniger genau gesehen wird, als in den mittleren, indeß fehlt es hierüber noch an genaueren Bestimmungen. Ich habe zur Ermittelung dieses Verhältnisses mit meinem Assistenten Herrn Hüttenheim eine Reihe von Beobachtungen in der Weise angestellt, daß ich versuchte, wie weit ein Object zur Seite der optischen Axe vom Auge entfernt werden durfte, ehe es für die Wahrnehmung ganz verloren ging. Wir benutzten runde schwarze Punkte auf weißem Papiere, markirten bei indirectem Sehen das Maximum der Entfernung, in welcher sie sichtbar waren, und berechneten für jeden Fall die Größe des Netzhautbildchens. Das Nähere ergiebt sich aus der Tabelle.

Tabelle
über den Durchmesser der kleinsten Bilder, welche von verschiedenen Theilen der Netzhaut noch wahrgenommen werden können.

Winkelabstand des Objectes von der optischen Axe nach innen.	Durchmesser der Bilder in Par. Zollen.		Durchmesser des fixirten Punktes.
	im Auge von V.	im Auge von H.	
0°	0,000097	0,000122	0,0142
1°	0,000176	0,000181	—
2°	0,000201	0,000206	—
3°	0,000225	0,000256	—
4°	0,000265	0,000297	—
5°	0,000309	0,000353	—
6°	0,000353	0,000381	—
7°	0,000371	0,000437	—
10°	0,000530		—
15°	0,000875		—
20°	0,001238		—
25°	0,002127	0,003190	0,0366
30°	0,004358	0,004358	0,0500
35°	0,006276	0,005579	0,0962
40°	0,007181	0,006700	—
45°	0,008374	0,008374	—
50°	0,011166	0,011166	—
55°	0,014357	0,012562	—
60°	0,016750	0,016750	—

Wir wiederholen den Versuch mit einem in senkrechter Richtung aufgespannten Spinnwebfaden von 0,00127″ Durchmesser. Die gewonnenen Resultate stimmen in sofern mit den vorhergehenden, als sie die viel geringere Schärfe des Sehens in den Seitentheilen der Netzhaut ausweisen. Dagegen fallen die kleinsten Bilder durchschnittlich zehnmal kleiner aus, was zu Hueck's Bemerkung paßt, daß man eine Linie viel weiter sieht, als einen Punkt von gleichem Durchmesser.

Tabelle

zur Beurtheilung der kleinsten Netzhautbildchen.

Winkelabstand des Spinnwebfadens von der optischen Axe.	Größe der kleinsten Netzhautbilde in Par. Zollen.	
	im Auge von V.	im Auge von H.
0°	0,0000128	0,0000133
1°	0,0000163	0,0000165
2°	0,0000169	0,0000203
3°	0,0000177	0,0000228
4°	0,0000179	0,0000241
5°	0,0000183	0,0000269
6°	0,0000215	0,0000274
7°	0,0000228	0,0000290
8°	0,0000236	
10°	0,0000333	0,0000333
15°	0,0000407	0,0000610

Obschon Zahlen, wie die hier mitgetheilten, im Einzelnen keine große Zuverlässigkeit haben, so besitzen sie doch in ihrem Zusammenhange eine unverkennbare Beweiskraft. Die Schärfe des Sehens nimmt von der optischen Axe nach außen stetig ab, und merkwürdig genug im ersten Grade in schnellster Progression. 60° nach außen von der optischen Axe (das »außen« auf die Netzhaut bezogen), hat die Schärfe des Gesichtes etwa um das 150fache abgenommen. Es fragt sich, ist die Stumpfheit des Gesichtes in den Seitentheilen des Sehfeldes ein Mangel unseres Auges? Ich glaube das Gegentheil. Indem das Centrum der Netzhaut sehr viel feiner empfindet, als alle übrigen Punkte derselben, gewöhnt sich das Auge an das Fixiren der Objecte. Aus dieser Gewohnheit entwickelt sich aber für das Individuum ein unermeßlicher Vortheil, die Erkenntniß der Richtung der Objecte, wovon unten ausführlicher.

Ich habe auch untersucht, wie sich die Seitentheile der Netzhaut in Bezug auf die Wahrnehmung von Distanzen verhalten. Nach dem Vorausgeschickten wird die folgende Tabelle ohne weitere Erörterungen verständlich sein.

Winkelabstand des Objectes von der Sehare nach innen.	Distanz der beobachteten Parallellinien in Zollen.	Entfernung, in welcher die Duplicität der Linien erkennbar war.	Berechnete Entfernung der Netzhautbilder der Parallellinien.
0°	0,016	27″	0,00029″
1°	0,040	37″	0,00055″
2°	0,040	22″	0,00091″
3°	0,040	14″	0,00141″
4°	0,040	13″	0,00153″
5°	0,040	11″	0,00180″
6°	0,040	5″	0,00383″
7°	0,04	5″	0,01527″
8°	0,33	5″	0,03186″

Ein Resultat, welches sich aus Vergleichung der letzten Tabelle mit der ersten ergiebt, scheint mir bemerkenswerth. Die Stumpfheit des Gesichtes in den Seitentheilen des Sehfeldes nimmt rascher zu, wenn es sich um Distinction von Distanzen handelt, als wenn es nur darauf ankommt, einen einfachen Lichteindruck wahrzunehmen. Ist letzteres die Aufgabe, so verhält sich die Scharfsichtigkeit in der Sehare zu der unter 20° nach außen fast wie 10 : 1, bei Unterscheidung zweier Punkte verhält sie sich in derselben Stelle fast wie 100 : 1. — Die unverhältnißmäßig schnelle Abnahme des Distinctionsvermögens, in den seitlichen Theilen des Gesichtsfeldes, beruht im Wesentlichen wohl auf optischen Gründen, und nicht auf einer Verminderung des Empfindungsvermögens. Aus der Theorie der Linsengläser ist bekannt, daß Lichtstrahlen um so weniger vollkommen gesammelt werden, je größer der Winkelabstand des leuchtenden Punktes von der Are der Linse ist. Das gesammelte Licht bildet dann statt eines optischen Punktes eine Scheibe, und zwei Punkte, deren Bilder im Centrum der Netzhaut neben einander liegen, werden auf den seitlichen Theilen der Netzhaut mit ihren Lichtscheiben in einander greifen. Hierzu kommt noch, daß der Kreuzungspunkt der Richtungslinien (genauer Listing's Knotenpunkte) nicht im Centrum der Netzhautkrümmung liegen, sondern mehr nach vorn. Da nun die Netzhaut die Focalebene ist, auf welcher das Licht gesammelt werden soll, so ergiebt sich von selbst, daß wenn ihr Arenpunkt sich in der passenden Entfernung von der Linse befindet, ihre mehr seitlich gelegenen Theile in unpassender Entfernung, nämlich den brechenden Medien zu nah liegen. Betrachtet man die Netzhautbilder einer angezündeten Kerze in dem präparirten Auge eines weißen Kaninchens, so überzeugt man sich sogleich, daß sie in den Seitentheilen des Auges beträchtlich an Schärfe verlieren.

Es entsteht nun die Frage, wie sich die kleinsten Bilder, welche wir wahrzunehmen befähigt sind, zu den Elementen der Netzhaut verhalten. Beruht das Unterscheiden zweier Gesichtseindrücke darauf, daß zwei verschiedene Fasern getroffen werden, und kann Eine Nervenfaser gleichzeitig nur Eine Empfindung wecken? Schon im Artikel »Nervenphysiologie« habe ich die Gründe angegeben, welche gegen diese Hypothese sprechen, im gegenwärtigen beschränke ich mich auf wenige Nachträge. Oben wurde gezeigt, daß jede Nervenfaser durchschnittlich ein Stück Netzhaut deckt, welches 600mal

größer ist, als ihre Durchschnittsfläche [1]). Nicht nur in der Axe des Auges, sondern bis 20° zur Seite derselben, sind die kleinsten wahrnehmbaren Distanzen um ein Ansehnliches kleiner als die Netzhautelemente. Es ist also das, was ich früher als höchst wahrscheinlich vortrug, wohl ganz unzweifelhaft: es müssen die Bilder der engsten Parallellinien, welche wir unterscheiden, an vielen Stellen auf eine und dieselbe Faser fallen, d. h. also von Einer Faser als doppelt empfunden werden. Die kleinsten Distanzen, welche ich im Axenpunkte des Auges erkenne, sind gegen 300mal kleiner als die durchschnittliche Länge eines Netzhautelementes. Sollten nun zwei gleichzeitige Empfindungen demungeachtet die Thätigkeit zweier gesonderter Fasern erheischen, so müßten die constituirenden Elemente der Netzhaut sich in der Axe um das 300fache verkleinern, 1° seitlich von der Axe etwa um das 150fache u. s. w., eine Verkleinerung, welche ohne entsprechende Vergrößerung anderer Elemente undenkbar ist, und welche demnach das Distinctionsvermögen in einem Punkte der Netzhaut nur erklärt, um es in einem anderen Punkte um so unbegreiflicher zu machen.

Ein um die Physiologie des Gesichtssinnes hochverdienter Physiolog versicherte mich, daß er dieser Beweisführung nichts entgegenzusetzen wüßte, als etwa das Bedenken, daß das Erkennen der Duplicität der Parallellinien mit Hilfe kleiner Augenbewegungen gewonnen werde. Freilich, wenn das Auge bei Betrachtung der Parallellinien geeignete Bewegungen machte, so könnten zwei verschiedenen Punkten derselben auch differente Nervenelemente untergeschoben werden, und die Anschauung der Doppellinie könnte eben so gut das Product zahlreicher, in der Zeitfolge gewonnener Eindrücke sein, als der Gesammteindruck eines Gemäldes, z. B. ganz unleugbar das Collectivum sehr vieler Empfindungen ist, welche nur mit Hilfe der Augenbewegungen gewonnen wurden. Um diesen Einwurf näher zu prüfen, beschloß ich, zwei Parallellinien in einem so kurzen Zeitraume zu betrachten, daß die Ausführung von Augenbewegungen durchaus unmöglich wäre. Zwei schwarze Linien in einer gegenseitigen Distanz von 0,15‴, auf weißes Papier gezogen, wurden in 9″ Entfernung vor dem Auge angebracht. Das Zimmer war vollkommen verfinstert und wurde nur durch die Entladung einer Leydener Flasche momentan erleuchtet. Bei mehren Entladungen erkannte ich die Linien nicht, unstreitig weil die Augen dem Object gegenüber eine falsche Richtung hatten, in Einem Versuche aber wurde die Duplicität der Linien anschaulich. Zwei andere Linien, von 0,5‴ Distanz, erkannte ich in einer ansehnlichen Strecke ihres Verlaufes zu wiederholten Malen als doppelt. Da nun nach Wheatstone's Entdeckung der elektrische Funken noch nicht ganz 0,000001 Secunde dauert, die kleinste Augenbewegung dagegen ungefähr 0,3 Secunde in Anspruch nimmt, so ist das erwähnte Bedenken auf das vollständigste beseitigt [2]).

---

[1]) In dem Artikel Nervenphysiologie (II. S. 569) steht fälschlich 50mal. Ich hatte beim Niederschreiben jenes Aufsatzes hypothetisch ein Minimum angenommen.

[2]) Die Benutzung des elektrischen Funkens zur Beleuchtung ist vielleicht das beste Mittel, sich über die Kraft des indirecten Sehens zu unterrichten. Herr Professor Marchand, welcher die Gefälligkeit hatte, mich bei diesen Versuchen zu unterstützen, legte mir Theaterzettel vor, welche ich nicht kannte. Ich war im Stande, die sehr groß gedruckten Worte: Zauberflöte, Gottsched u. s. w. mit einem Blicke zu lesen, aber ich erkannte auch das Wort Verlangen, welches mit Buchstaben von etwa 2‴ Höhe gedruckt war. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß ich ein Portrait von mäßiger Größe auch erkennen würde.

Wäre jede Faser nur einer Empfindung fähig, so besäße die Netzhaut nicht mehr empfindende Elemente als der Sehnerv und dürfte sich auch nicht größer empfinden als dieser. Nun empfinden wir aber den Sehnerven bei rascher Wendung des Auges nach außen, als eine, im Verhältniß zum übrigen Sehfelde kleine Scheibe. Mir scheint diese Erfahrung entscheidend. In der Netzhaut findet eine Multiplication nicht nur der Punkte statt, die dem Lichte exponirt werden, sondern auch der Punkte, welche im Zustande des Reizes räumlich gesonderte Empfindungen veranlassen [1]).

E. Von der Wahrnehmung der Größe.

Ich habe schon oben erklärt, daß ich auch die Größenwahrnehmungen für durchaus subjectiv, d. h. für ein Derartiges halte, wobei die Beschaffenheit des Empfundenen und des die Empfindung Vermittelnden nicht nur nicht gleich, sondern nicht einmal vergleichbar sind. Nach Joh. Müller's Darstellung würde dagegen eine Vergleichung der objectiven und subjectiven Größe allerdings möglich sein. Dieser scharfsinnige Forscher geht von dem Grundsatze aus, daß die Empfindung in der Aperception der afficirten eignen Leiblichkeit beruhe. Ein Sinnesorgan, welches in der Form der Räumlichkeit empfindet, erkennt sich beim Empfinden in seiner wahren Größe. Die Hand, welche wir auf eine Fläche drücken, empfindet sich in ihrer wahren Größe, und so erhält das Tastbild, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, objective Gültigkeit. Was sich beim Tasten mit der Hand deckt, wäre nach dieser Anschauungsweise eine Hand groß. In gleicher Weise soll sich nun die Netzhaut in ihrer wahren Größe empfinden, und da die Bilder der Dinge kleiner sind, als die Dinge selbst, so empfinden wir alle Dinge mit dem Auge zu klein.

Die Basis dieser Betrachtung ist die Annahme, daß die empfindende Fläche selbst in ihrer wahren Größe erkannt werde. Schon in meinen Beiträgen (S. 49) habe ich dieser Annahme Zweifel entgegengestellt. — Weber fand, daß verschiedene Stellen der Haut in sehr verschiedenem Maaße die Fähigkeit besitzen, zwei betastete Zirkelspitzen gesondert zu empfinden. Soll die Haut des Rückens zwei Zirkelspitzen als zwei empfinden, so muß die Distanz derselben 30''' betragen, für den mittleren Theil des Armes bedarf es zur Unterscheidung der Duplicität nur 12''', für die Fingerspitze 1'''. Wenn man einen Zirkel, dessen Spitzen 1'' weit von einander entfernt sind, auf die Fingerspitze aufsetzt und mit demselben über die Hand und den Arm fortschreitet, als wenn man Punkte in der Entfernung eines Zolles abstechen wollte, so scheinen die Zirkelspitzen immer näher aneinander zu rücken, jemehr sich der Zirkel der Schulter nähert, und es kommt eine Hautstelle, wo die Distanz nicht größer empfunden wird, als die Distanz einer Linie an der Spitze des Fingers. Diese Stelle liegt aber da, wo die Distanz eines Zolles die kleinste ist, welche der Tastsinn noch wahrnimmt.

Die Haut schätzt also die Größe der Objecte so, daß sie die Größe der letzten ihr wahrnehmbaren Distanz als Maaßeinheit wahrnimmt. Nennen wir diese Maaßeinheit x, so ist die Größe eines Zolles für die Fingerspitze $= 12x$, für den Oberarm aber $1x$, denn jede Stelle der Haut giebt ei-

---

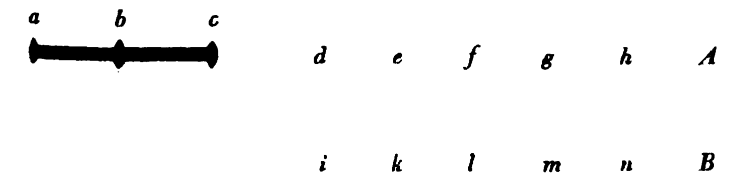
[1]) Dieselbe Erfahrung scheint mir ein sehr entscheidender Beweis, daß die Empfindungen nicht nothwendig auf das Ende der Nerven verlegt werden. Die Eintrittsstelle des Nerven wird gezerrt, und hier entsteht die Empfindung.

nem betasteten Objecte so viel mal die Größe x, als sie Stellen enthält, welche zu einer räumlich gesonderten Empfindung befähigt sind.

Ehe wir zur Anwendung dieser Sätze auf das Gesichtsorgan fortschreiten, ist ein Einwurf zu berücksichtigen, welchen Joh. Müller gegen jene Auffassungsweise erhoben hat. Müller bemerkt, daß zu Folge jener Theorie der Ellbogen die ihn berührende Fingerspitze kleiner fühlen müßte, als die Fingerspitze den Ellbogen, und da dies nicht der Fall sei, so beruhe die Unfähigkeit gewisser Hautstellen, distante Zirkelspitzen in ihrer Duplicität zu erkennen, mehr auf einer Vermischung der Gefühle, als auf Täuschung über die Größe der Distanz. Müller erinnert dabei an die Zerstreuungskreise bei fehlerhafter Accommodation, in Folge welcher zwei afficirte Nervenpunkte sich zu einer gemeinsamen Empfindung verbinden, ohne daß die Größe des mit Zerstreuungskreisen gesehenen Gegenstandes hierunter leide.

Indeß haben verschiedene Hautpartien wirklich verschiedene Größenempfindung. Wenn man Stäbchen von verschiedener Dicke quer durchsägt und die Durchschnittsflächen auf verschiedene Stellen der Haut auffetzt, so findet sich, was nach Weber's Versuchen erwartet werden mußte, daß einige Stellen weit mehr geeignet sind, geringe Größen wahrzunehmen als andere. Während die Durchschnittsfläche eines Bleistiftes von $1\frac{1}{2}$ Linien Dicke von der Fingerspitze deutlich als eine Fläche wahrgenommen wird, können die Hautpartien des Oberarmes eine zehnmal größere Fläche nicht wahrnehmen, sondern empfinden dieselbe ungefähr wie eine stumpfe Spitze. Wenn, wie Müller angiebt, der Ellenbogen die ihn berührende Fingerspitze nicht kleiner fühlt, als die Fingerspitze ihn fühlt, so liegt dies theils an der bekannten Schwierigkeit, zwei zusammenfallende Empfindungen mit Schärfe aufzufassen, theils aber daran, daß die wahre Empfindung durch ein falsches Raisonnement verdrängt wird. Wir sagen uns, daß die berührende Stelle nicht kleiner sein könne, als die berührte, und finden in der höchst unbestimmten Empfindung des Ellenbogens das wieder, was wir verstandesmäßig hineintragen.

Ich glaube übrigens auf ein Mittel gefallen zu sein, die Richtigkeit der von mir aufgestellten Ansicht direct zu beweisen. Zufolge der oben gegebenen Auseinandersetzung hängt die gesehene Größe von der Zahl der distinkt empfindenden Nervenpunkte ab; ist dies richtig, so muß die empfundene Größe eine Verkleinerung erfahren, wenn man die Zahl der empfindenden Punkte vermindert. Dies geschieht nun wirklich in folgendem Versuche:



Man betrachte, während das rechte Auge geschlossen ist, die Linie abc mit dem linken Auge und bewege dieses ganz langsam in einer horizontalen Richtung gegen A hin, wobei man die zwischen c und A liegenden Punkte zu Augenmerken nimmt. Der Zweck des Experimentes ist der, das Bild der Linie über die Eintrittsstelle der Arteria centr. retinae hinwegzuführen, wo eine Anzahl empfindender Punkte wirklich in Wegfall kommt. Nun zeigt sich in der That, daß bei Ausführung jener horizontalen Augenbewegung,

die Linie Veränderungen in ihrer Größe erfährt. Ist die Augenaxe auf einen gewissen Punkt zwischen *c* und *A* gerichtet, so erscheint die Linie *abc* sehr viel kleiner. Diese Verkleinerung ist nicht etwa eine Täuschung, dadurch veranlaßt, daß das Linienbild auf die Seitentheile der Netzhaut rückt, wo die Empfindung bedeutend an Schärfe verliert. Man braucht nur statt des Punktes zwischen *c* und *A*, bei dessen Fixation die Verkleinerung eingetreten ist, den entsprechenden tiefer liegenden Punkt zwischen *i* und *B* in's Auge zu fassen, so erscheint die Linie wieder in ihrer ursprünglichen Größe, und doch liegt das Bild derselben hier eben so weit von der Sehaxe, als in dem Falle, wo es klein erscheint. — Ich habe diese Beobachtung ausführlich mitgetheilt, weil sie den Vortheil besonderer Evidenz hat, doch dürfte die Erfahrung, daß in den Seitentheilen des Sehfeldes ein Punkt verschwindet, welcher im Centrum desselben sehr groß erscheint, dasselbe beweisen. Für wissenschaftliche Augenärzte wäre eine interessante Frage, ob mit schnell überhand nehmender Amblyopie vielleicht ein merkliches Kleinerwerden der Objecte eintrete.

Wenn nun der oben aufgestellte Satz wahr bleibt, daß eine empfindende Fläche die Größe der letzten ihr wahrnehmbaren Distanz als Maaßeinheit bei Größenschätzungen der Objecte annimmt, oder was dasselbe ist, daß sie die Größe des Objectes nach der Anzahl ihrer distinct empfindenden Punkte abschätzt, so ist es wichtig, daß die kleinste wahrnehmbare Distanz für das Auge einige hundert Mal geringer ist, als für das Tastorgan. In gleich großen Flächen der Haut und Retina enthält letztere über 100,000mal mehr discret empfindende Punkte als erstere. Obgleich also die Bilder der Gegenstände auf der Netzhaut in verkleinertem Maaßstabe ausgeführt sind, so läßt sich doch nicht sagen, daß das Auge die Gegenstände kleiner sehe, als die Hand sie fühle. Im Vergleiche zur Haut wirkt die Netzhaut als physiologisches Mikroskop, indem sie die Größe des aufgenommenen Bildes mit der Masse ihrer discret empfindenden Punkte multiplicirt. Wäre die Maaßeinheit, nach welcher die Seele die Größen schätzt, für Objecte des Getastes und Gesichtes dieselbe, so müßten wir nothwendig die Gegenstände weit größer sehen, als wir sie fühlen. Die Identität der Maaßeinheit ist nicht erweislich, doch wird sie durch die scheinbare Harmonie der Größenanschauungen, welche von beiden Sinnen ausgehen, auch nicht widerlegt. Die Uebereinstimmung könnte eine durch Erfahrung gewonnene sein. Interessant ist in diesem Bezuge, daß der operirte Blindgeborne des Dr. Franz überrascht war, die ihm durch das Getast bekannten Gegenstände weit größer zu finden, als er erwartet hatte.

Wir können zu einer Vorstellung von der Größe des Raumes schwerlich gelangen, wenn wir uns nicht von einem der auseinander liegenden Punkte zu dem andern fortbewegen, wäre die Bewegung auch nur eine geistige. Es scheint mir denkbar, daß Vorstellungen von Größen schon dadurch entstehen, daß wir von einem Punkte des Sehfeldes zum andern vorwärtsschreiten, und, indem wir den in Gedanken zurückgelegten Weg messen, eine Größenanschauung gewinnen, die zunächst dem Bilde auf der Netzhaut und erst secundär und durch Objectivirung desselben dem Gegenstande gilt, von dem es herrührt. Es scheint mir indeß, daß dieser Weg, zu Größenanschauungen zu gelangen, eine geistige Kraft erfordern würde, welche der rohe Mensch, oder mindestens das Thier, gewiß nicht besitzt, und es muß, wenn dies richtig ist, noch einen bequemeren Weg geben, zur Vorstellung der Größe zu kommen. Dieser bequemere Weg besteht darin, daß wir eine wirkliche Be-

wegung direct empfinden, denn mit der empfundenen Größe der Bewegung ist die Größe des durchmessenen Raumes von selbst gegeben.

Man bemerke, daß sich hier zur Entwickelung des Vorstellungslebens nochmals ein doppelter Weg eröffnet. Wir empfinden die Bewegung entweder, indem sich das Object bewegt, wo dann das Bild durch das ruhende Sehfeld hindurchwandert, oder wir fühlen, so zu sagen, die Tastbewegung des Auges, welches, um einen mechanischen aber anschaulichen Ausdruck zu brauchen, seine fühlende Fläche in einer gewissen Ausdehnung am Gegenstande reibt. Ich glaube, diese doppelte Möglichkeit, Bewegungen und vermittelst dieser Größenvorstellungen aufzufassen, um so mehr hervorheben zu müssen, als einige geschätzte Schriftsteller die Größenanschauungen des Auges einseitig aus den Muskelideen ableiten, als wenn die uns bewußte Muskelbewegung das einzige Mittel wäre, zur Anschauung der Größe hindurchzubringen. Dem entgegen muß ich behaupten, daß auch ein unbewegliches Auge, eines der Bewegung unfähigen Thieres, bei Bewegung der Objecte zur Vorstellung der Bewegung und durch diese zur Vorstellung der Größe gelangen würde, ja ich behaupte sogar, daß ein Auge, unter denselben ungünstigen Verhältnissen, in einer absolut ruhenden Welt für den menschlichen Geist der Vermittler von Größenvorstellungen sein würde, indem, wie schon oben bemerkt, dann immer noch eine geistige Bewegung übrig bliebe, mit welcher das Ich das ruhende Netzhautbild von einem Endpunkte zum andern durchwanderte.

Das gewöhnlichste und das leichteste Mittel, zu Größenanschauungen zu gelangen, ist indeß allerdings dies, daß wir die Größe der Augenbewegungen empfinden, wenn wir den Blick über die ganze Dimension eines Gegenstandes hinstreichen lassen. Wir empfinden direct die Größe dieser Bewegung und schätzen nach ihr die Größe des Gegenstandes, weshalb wir auch bei genauen Größenmessungen, oder bei Halbirung eines Gegenstandes nach dem Augenmaße, wiederholt von einem Endpunkte desselben zum andern und wieder zurück blicken. Hueck hat durch sehr interessante Versuche erwiesen, wie außerordentlich kleine Bewegungen des Auges wir noch wahrnehmen, Bewegungen, bei welchen sich der Muskel bisweilen nur um $1/_{6000}$ seiner Länge verkürzt. So bemerken wir eine Bewegung des obern oder untern geraden Augenmuskels, bei welcher das Netzhautbildchen nur um $1/_{200}$ Linie seine Stellung verändert.

Hueck nimmt, wie früher Steinbuch, an, daß wir diese feinen Bewegungen des Auges vermittelst des Muskelgefühls wahrnehmen, was ich für irrig halte, vielmehr ist die Netzhaut selbst das Hodometer. Das Muskelgefühl giebt uns von den Bewegungen, die wir vornehmen, nur sehr unvollständige Auskunft. Dies zeigt sich, wenn wir bei geschlossenen Augen eine Bewegung von bestimmter Größe mit der Hand durch die Luft auszuführen suchen. Wollen wir z. B. 10, 15, 20 Zoll weit den Finger bewegen, so irren wir oft um ein Ansehnliches. Wenn wir dagegen mit dem Finger auf einer rauhen Oberfläche hinstreichen, so entspricht die Bewegung ungleich genauer der beabsichtigten Größe. Es ist klar, wir haben die Bewegung an der empfindenden Tastfläche abgemessen, und eben weil die Netzhaut unendlich kleine Distanzen wahrnimmt, bemerken wir eine Augenbewegung, vermittelst welcher der erste Fixationspunkt auch nur um ein Minimum neben die Sehaxe tritt, um einem zweiten Fixationspunkte Raum zu geben.

Bei diesen Sehbewegungen, um mich so auszudrücken, bestimmt die Größe des Gesichtswinkels natürlich die Größe der Empfindung, weil er die

Größe des Netzhautbogens bestimmt, über welchen der leuchtende Punkt hinstreift. Objecte, welche unter gleichen Gesichtswinkeln liegen, sind für die Empfindung gleich groß, obschon sie in der Wirklichkeit von überaus verschiedener Größe sein können. Wenn wir nun dennoch die Fähigkeit besitzen, die Größenverschiedenheiten solcher Objecte, die unter gleichen Gesichtswinkeln liegen, wahrzunehmen, so beruht dies auf einer im Voraus gewonnenen Kenntniß von der Entfernung der Objecte, eine Kenntniß, die auf dem Wege der Berechnung, nicht der Empfindung, uns über die Größe der Gegenstände Aufschluß giebt.

Erlauben wir uns einen Rückblick auf die Untersuchung über Größenwahrnehmung, so ergiebt sich, daß diese zwar ein Product der reinen Empfindung sein kann, gewöhnlich aber nicht ist, daß vielmehr die meisten und klarsten Vorstellungen über die Größe der Dinge auf complicirterem Wege unter Mitwirkung der Muskelthätigkeit gewonnen werden.

VI. Von den vermittelten Gesichtsempfindungen.

A. Von der Richtung der Gesichtsobjecte.

Die Lehre von der Richtung des Sehens bietet noch immer das Schauspiel großer Verwirrung. Obschon das empirische Material, welches hier in Frage kommt, vollständig und unbestritten vorliegt, so widersprechen sich doch die Schriftsteller in der Auffassung desselben immer von neuem, ein Beweis, daß die zu überwindenden Schwierigkeiten im Gebiete des Denkens liegen. Wie wir zur Erkenntniß der Richtung der Dinge kommen, ist nur zu zeigen, wenn die Entstehung der Raumvorstellungen im Voraus schon entwickelt ist.

Wir sehen ein Object in der Auffassungsform des Raumes, d. h. wir sehen die verschiedenen Punkte desselben als neben einander befindliche. Es ist oben gezeigt worden, wie der Grund hiervon organisch gegeben ist. Die Seele unterscheidet die Eindrücke, welche von verschiedenen Netzhautpunkten ausgehen, auch wenn die Eindrücke qualitativ gleich sind, wie im Schattenfelde, sie unterscheidet die Eindrücke eben nur in der Form der Räumlichkeit. Um eine lästige Breite in der Darstellung zu vermeiden, wollen wir den Vorgang nicht jedesmal bis zur Seele zurückverfolgen, sondern uns den Ausdruck erlauben: wir sehen das Object räumlich, weil sich die empfindenden Netzhautpunkte räumlich distinguiren. Diese Raumempfindung ist ein durchaus innerlicher Act, welcher uns von Hause aus nur über das räumliche Auseinandersein der Empfindungselemente, nicht über das der leuchtenden Punkte, als äußerer, Aufschluß giebt. Dies ist an sich klar und aus den bekanntesten Erfahrungen leicht abzuleiten. Ein kleiner Finger, welchen wir vor das Auge halten, verdeckt einen großen Thurm in der Entfernung, wenn beide unter gleichen Gesichtswinkeln liegen. Die objective Differenz in der Räumlichkeit beider geht verloren, in der subjectiven Identität des empfindenden Netzhautareals. Ein Gegenstand erscheint doppelt im Raume, wenn sein Licht auf differente Punkte fällt, und zwei wirklich gesonderte Dinge erscheinen einfach, also an Einem Orte, wenn sich die Bilder derselben auf identischen Netzhautstellen befinden. — Es fragt sich nun, sind die Raumanschauungen, welche den objectiven Verhältnissen nicht entsprechen, Lügen? Bestimmt nicht, aber nur aus dem Grunde nicht: w e i l u n s d i e E m p f i n-

dung über die objective Räumlichkeit überhaupt gar nichts sagt. Die neuere Physiologie hat den subjectiven Boden der Sinnenthätigkeit im Allgemeinen ganz richtig gewürdigt, sie hat z. B. anerkannt, daß die Farben-Energien des Auges nicht Eigenschaften der Dinge sind, aber sie hat häufig vergessen, daß die Raumempfindung eben auch nur Energie ist. Für das Auge existirt kein Raum außer dem Gesichtsfelde, das Gesichtsfeld aber gehört zum empfindenden Subject, und nur zu diesem. Alle Theorien, welche dem Auge, oder auch der Seele, in wiefern sie auf das Sehorgan beschränkt ist, die Fähigkeit zuschreiben, die Gesichtsempfindung in irgend welcher Richtung nach außen (also in den gedachten Raum unserer Umgebung) zu versetzen, sind a priori unrichtig.

Porterfield stellt in seinem trefflichen Werke über das Auge die Meinung auf, der gereizte Netzhautpunkt setze seine Empfindung sich geradlinig gegenüber, und nur wenig verschieden hiervon war meine frühere Behauptung, daß jeder Netzhautpunkt seine Empfindung durch den Kreuzungspunkt der Richtungslinien geradlinig nach außen trage. Obgleich die letzte Ansicht sich von der absurden Consequenz frei hielt, daß das Auge die Gesichtsobjecte am falschen Orte sehe, so war sie doch in ihrem Fundamente eben so unhaltbar als die erste, denn das Auge trägt nun einmal seine Empfindungen nicht nach außen.

Der Hauptbeweis ist und bleibt der, daß ein solches nach außen setzen nicht Sache der Sinnesthätigkeit ist, noch sein kann; doch läßt sich beiläufig empirisch verfolgen, wie weit meine frühere Theorie reicht und wo ihre Anwendbarkeit aufhört. — Wenn man eine Lichtflamme längere Zeit fixirt, bis ein Blendungsbild entstanden ist, und dann das Auge absichtlich hin und her bewegt, so folgt das Blendungsbild den Bewegungen desselben, es steigt nach oben, wenn man das Auge hebt u. s. w. Hier entspricht die Erfahrung dem Lehrsatze, denn wenn man das Auge nach oben richtet, dreht sich der Axenpunkt der Netzhaut nach unten; und wenn die Empfindung geradlinig durch den Kreuzungspunkt der Richtungslinien nach außen verlegt würde, so müßte freilich das Blendungsbild nach oben steigen [1]). Setzt man aber die Beobachtung in der Weise fort, daß man mit der Fingerspitze den Augapfel am untern Augenlide nach oben drückt, so erfährt der Bulbus wiederum eine Rotation. Die Hornhaut wird merklich nach oben und folglich die Netzhaut nach unten gedreht. Wäre also wahr, daß die Retina ihre Empfindung auf die entgegengesetzte Seite versetzte, so müßte das Blendungsbild nach oben wandern, was nicht der Fall ist. Eine zweite hierher gehörige Erfahrung ist von Ruete beobachtet, aber in ihrer Bedeutung nicht richtig gewürdigt worden. Wenn man, wie vorher, das Blendungsbild einer Lichtflamme im Auge entstehen läßt und den Kopf seitlich nach der Schulter neigt, so folgt nicht nur das Blendungsbild der Bewegung des Hauptes, sondern nimmt auch eine schiefe Lage an. Da nun die Mm. obliqui bei jeder Seitenbewegung des Hauptes die Augen in ihrer ursprünglichen Stellung erhalten, so dürfte eine derartige Verlegung des Bildes nicht stattfinden. Ein schiefliegendes Blendungsbild würde, der fraglichen Theorie gemäß, ein schiefliegendes Netzhautbild voraussetzen, und ein solches ist nicht da.

So paradox es anfänglich klingen mag, so evident ist es nach den

---

[1]) Eben so passen, wie Ruete richtig bemerkt, die Erscheinungen der Doppelbilder im Scheiner'schen Versuch und die Art ihres Verschwindens beim Zuhalten des einen und des andern Kartenloches zu jener Lehre.

mitgetheilten Erfahrungen, die Umkehrung des Bildes, die nothwendig erfolgen muß, wenn wir aufrecht sehen sollen, was im Auge verkehrt sich darstellt, sie geht weder vom Auge aus, noch von der Seele, in wiefern diese auf den Gebrauch des Auges beschränkt ist.

Johannes Müller bemühte sich zu zeigen, daß eine derartige Umkehrung zur Auffassung des Aufrechten überhaupt nicht nothwendig sei. Er bemerkte, daß das Auge nicht blos ein vereinzeltes Object, sondern gleichzeitig alle seine Umgebungen umkehre, und daß, wo Alles verkehrt gesehen werde, dies gar nicht zum Bewußtsein kommen könne, da die Ordnung der Theile unverändert dieselbe bleibe. Ich bin früher auf diese Betrachtungsweise etwas zu bereitwillig eingegangen. Nach Joh. Müller wäre die Stellung der Bilder im Auge absolut gleichgültig, so lange die Ordnung der Theile nur erhalten würde, dies ist richtig für das ungeübte Auge, falsch für das durch Erfahrung gebildete.

In der That sah der von Franz operirte Blinde bei seinen ersten Sehversuchen nichts verkehrt und konnte nichts verkehrt sehen, denn hier gilt die Müller'sche Behauptung in aller Strenge. Er würde eben so wenig die Dinge der Quere nach gesehen haben, wenn deren Bilder auf der Netzhaut eine Querlage gehabt hätten, denn das Auge trägt, wie ich bewiesen habe, seine Empfindungen nicht in umgekehrter Richtung nach außen, ja es trägt sie gar nicht nach außen. Als aber der Blinde, der mit schielendem linken Auge sehen gelernt hatte, durch eine zweite glückliche Operation vom Strabismus befreit worden war, sah er Alles zu weit nach rechts [1]). Ich werde diese kostbare Erfahrung später erklären und jetzt mich auf den Schluß beschränken, daß für ein Individuum, welches über die Räumlichkeit der Dinge bereits durch andere Mittel als durch das Sehen Erfahrungen gewonnen hat, die Stellung des Netzhautbildes nicht gleichgültig ist. Hiermit in Uebereinstimmung sind auch andere Erfahrungen. Wenn man durch ein astronomisches Fernrohr sieht, erblickt man alles verkehrt, Beweis genug, daß die totale Inversion des Sehfeldes zum Aufrechtsehen nicht ausreicht. Ferner: wenn man eine lothrechte Linie an der Wand fixirt, und nun mit der Fingerspitze am äußern Augenwinkel den einen Bulbus nach oben drückt, so zerfällt die senkrechte in zwei Linien, deren eine geneigt ist. Es ist klar, daß diese Neigung von einer kleinen Axendrehung des gedrückten Auges abhängt, und daß ein Bild derselben sich vollständig umkehren würde, wenn man eine Rotation um 180° ausführen könnte.

Schließen wir hieraus, daß das Auge, welches sehen gelernt, eine bestimmte Stellung der Netzhautbilder in Anspruch nehme, und daß eine Disharmonie zwischen den Raumvorstellungen des Auges und des Getastes sofort eintrete, wenn die Lagerung des Sehfeldes, bei welcher wir sehen lernten, eine Veränderung erfährt. Es besteht also ein Unterschied zwischen einem ungeübten und einem geübten Auge. Diese Thatsache ist festzuhalten, indem sie der unerläßliche Ausgangspunkt für unsere Untersuchung ist. Müller hat Recht, für ein ungeübtes Auge ist die Lage des Netzhautbildes, so lange nur die Ordnung sämmtlicher Theile erhalten wird, gleichgültig,

---

[1]) Vielleicht könnte man fragen, was das heißen solle? Offenbar dies: der Operirte suchte die Gegenstände, welche er bei ruhendem Auge am deutlichsten sah, statt gerade vor sich, rechts neben sich. Natürlich fand er sie nun nicht, und es bestand also eine Zeit lang ein Widerspruch zwischen den Raumvorstellungen (nicht Anschauungen!) des Auges und des Getastes.

aber sie ist nur darum gleichgültig, weil der reine Sehact von der Richtung der Dinge weder Notiz nimmt noch nehmen kann. Eine Richtung, welche wir sehen, ist mehr nicht als Richtung im Sehfelde, hierbei fehlt nicht nur die Wahrnehmung der Tiefe, sondern auch die des Rechts und Links, des Oben und Unten. Alle Richtungen, welche wir mit derartigen Namen bezeichnen, beziehen sich auf Verhältnisse, welche gar nicht im Aperceptionsvermögen des Auges liegen. So bezieht sich das Rechts auf die bei den meisten Menschen kräftigere Körperseite, das Unten und Oben auf das dem Centrum der Gravitation Zu- oder Abgewendete. Es ist klar, daß die Seele, wenn sie auf Gesichtsempfindungen beschränkt wäre, von allen diesen Beziehungen nichts erfahren würde. Erlangen wir gleichwohl Vorstellungen über die Richtung der Gesichtsobjecte in einem dem Sehfelde äußerlichen Raume, so können sie nur unter Mitwirkung anderer Organe als das Auge gewonnen werden.

Es läßt sich nachweisen, daß die Muskelgefühle und zwar vorzugsweise die der Augenmuskeln die Vermittler dieser Erkenntniß sind. Diese Behauptung findet ihre allgemeine Begründung darin, daß überhaupt alles Objectiviren unserer Empfindungen, d. h. alles Beziehen eines uns immanenten Zustandes auf ein außer uns befindliches Ding, durch die freiwillige uns bewußte Bewegung vermittelt wird. Ehe von Aperception der Richtung der Dinge die Rede sein kann, muß die Seele zur Erkenntniß gekommen sein, daß es ein Ding giebt, d. h. ein Etwas, welches dem Subjecte als Object gegenübersteht. Eben so müssen wir zur Vorstellung eines uns umgebenden Raumes gekommen sein, in welchen die Seele den Sehempfindungen, welche sie objectivirt, als Ding eine Stelle anweise. Auch diese Vorstellungen sind nur unter Mitwirkung bewußter Bewegungen gewinnbar. Ist endlich die Seele mit diesem Vorstellungsmaterial ausgerüstet, so ist leicht zu zeigen, wie wir durch eine Combination der Gesichtsempfindungen und Muskelgefühle dazukommen, die Richtung der Gesichtsobjecte in dem uns umgebenden Raume kennen zu lernen. Wir fühlen nämlich, wohin wir die Augen richten, und indem wir den Gegenstand nur dann sehen, wenn wir die Augen nach der entsprechenden Seite richten, so schließen wir, daß sich das Object, von welchem die Empfindung ausgeht, auf der Seite befinde, nach welcher wir uns wenden müssen, wenn die Empfindung entstehen soll. Und zwar wird das Erste, was wir auf diesem Wege lernen, eine ziemlich grobe Erkenntniß sein, welche sich nur auf die Richtung der vier Weltgegenden und auf das Oben und Unten bezieht, Raumvorstellungen, welche nicht einmal ein bewegliches Auge, sondern nur einen willkürlich beweglichen Körper voraussetzen. Man denke sich, der operirte Blinde stehe am Fenster und schaue in's Freie; wird man leugnen wollen, daß er auch ohne einen Richtungssinn der Netzhaut lernen werde, was vor und hinter ihm liegt, wenn er sich rückwärts wendend jedesmal die vier Wände, dagegen nach vorwärts gerichtet, jedesmal die Landschaft sieht? Die ersten rohen Erfahrungen über die Richtung der Dinge, welche schon durch die Bewegung des Hauptes, ja des ganzen Körpers gewonnen werden, erlangen durch die feineren Bewegungen des Auges ihre weitere Ausbildung. Wir sehen Gegenstände nur dann deutlich und einfach, wenn wir sie fixiren, wir lernen also ziemlich zeitig unterscheiden, ob ein Object im Kreuzungspunkte der optischen Axen liege oder nicht. Nun ist uns aber die Stellung der optischen Axen ebenfalls bekannt, und wir unterscheiden, wie schon oben nachgewiesen wurde, auch die kleinsten Winkelbewegungen derselben mit großer Genauig-

keit. Empfindet man aber, daß man mit den optischen Axen eine Bewegung von 50° nach oben ausführte, um etwa einen Stern deutlich zu sehen, so weiß man auch, daß dieser in der Richtung nach oben 50° über dem Horizonte steht.

Die Erziehung des Auges geht noch einen Schritt weiter. Wir haben gelernt, daß ein Gegenstand, welcher um eine gewisse Anzahl von Graden seitlich von dem Objecte liegt, welches wir zur Zeit am deutlichsten sehen, eine Seitenbewegung von eben so viel Graden nöthig mache, wenn er seiner Seits zur vollen Deutlichkeit kommen soll. Wir folgern also, noch ehe wir die Bewegung gemacht haben, aber auf Grundlage früherer Erfahrungen, nach welcher Richtung hin der Gegenstand liege.

Ich wiederhole es, die Vorstellung von der Richtung der Gesichtsobjecte resultirt aus dem Bewußtsein der Muskelbewegung, welche die Augen auf das fixirte Object einstellt. Zu den vielen Beweisen für die Richtigkeit dieses Satzes gehört es, daß die phantastischen Gesichtserscheinungen den willkürlichen Bewegungen des Auges folgen [1]). Ueberhaupt kenne ich keine Erscheinung, welche nicht durch die hier aufgestellte Theorie erklärt würde, während meines Wissens keine andere existirt, welche alle von mir namhaft gemachten Schwierigkeiten zu beseitigen wüßte. — Es ist jetzt begreiflich, warum die Blendungsbilder den willkürlichen Bewegungen des Auges folgen und bei Verschiebung des Augapfels durch Fingerdruck ihren Ort behaupten, denn jene kommen zum Bewußtsein, diese nicht. — Es ist begreiflich, warum das Blendungsbild bei seitlicher Neigung des Hauptes eine schiefe Stellung gewinnt, da doch die Axendrehung dem Netzhautbilde die perpendiculäre Richtung sichert, nämlich die Neigung des Hauptes wird uns bewußt, die Axendrehung des Auges bleibt unbewußt, demnach muß die Vorstellung von der Richtung des Objectes sich auf jene stützen und nicht auf diese. — Es ist verständlich, warum wir die Gegenstände verkehrt sehen, wenn wir durch ein astronomisches Fernrohr blicken, und warum eine perpendiculäre Linie, die wir mit einem Auge fixiren, sich schief stellt, wenn wir durch Fingerdruck eine Axendrehung bewerkstelligen, denn das Verhältniß ist folgendes: Wir haben durch Erfahrung gelernt, daß Gegenstände, welche im normal gerichteten Auge verkehrte Bilder geben, eine aufrechte Stellung haben, diese Lage des Bildes und das Gefühl der normalen Augenstellung associiren sich durch Gewohnheit. So lange wir also Grund haben zu glauben, daß unser Auge seine normale Stellung habe, müssen wir jedes verkehrte Bild auf einen aufrechten Gegenstand, und wiederum jedes aufrechte Bild auf ein verkehrtes Object beziehen. Hierher gehört denn auch der merkwürdige Fall des operirten Blinden. Dieser lernte mit dem linken Auge sehen, welches schielte, für ihn lagen also die Gegenstände des deutlichsten Sehens, bei unangestrengtem Auge nach rechts, und es bildete sich bei ihm erfahrungsmäßig die Vorstellung aus: die Gegenstände des deutlichsten Sehens liegen auf der Seite der rechten Körperhälfte. Jetzt wurde der innere Augenmuskel durchschnitten und das Auge stellte sich unbewußter Weise gerade nach vorn. Natürlich mußte er auch jetzt meinen, der deutlichste Theil des Gesichtsfeldes läge

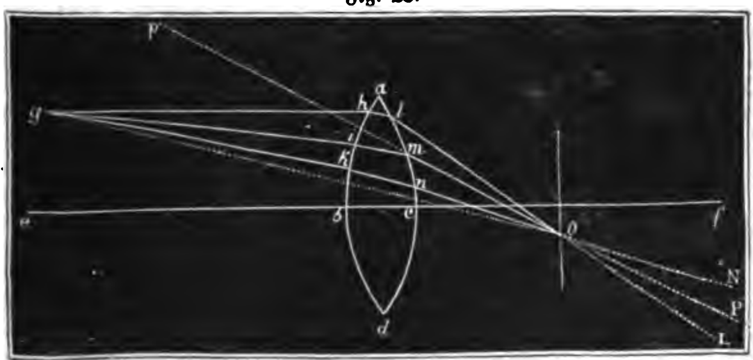
---

[1]) Das Gegentheil sagt Joh. Müller in seiner Schrift über die phantastischen Gesichtserscheinungen (S. 37), jedoch nicht zu Folge eigener Erfahrung, da bei ihm die Bilder mit jeder Bewegung des Auges verschwinden. Ich kann aus vielfältiger eigener Erfahrung auf das bestimmteste versichern, daß die leuchtenden Phantasmen der Richtung des Auges folgen, und hörte auch von andern Personen meine Bemerkung bestätigen.

nach rechts, denn das Muskelgefühl war nach wie vor dasselbe, und eben das Muskelgefühl bedingt die Vorstellung der Richtung.

Verschiedene Physiologen haben mit Bezugnahme auf optische Lehrsätze zu beweisen gesucht, daß Gegenstände, die seitlich zur Sehaxe liegen, nicht an ihrem rechten Orte gesehen würden. Sie alle irren darin, daß sie ihre Behauptungen mit Sehstrahlen oder Sehlinien demonstriren, welche über die Grenzen des empfindenden Organes in die Außenwelt hinausgehen. Solchen Linien entspricht aber nichts Wirkliches, daher sind alle Demonstrationen mit ihnen, wie mathematisch zugestutzt sie auftreten mögen, illusorisch. Ich habe dies mit Bezug auf Burow's Beweis des unrichtigen Sehens schon anderwärts ausführlich nachgewiesen; hier noch ein Paar Andeutungen über den letzten verfehlten Versuch von Valentin. Nach ihm sind wir zu der Vorstellung genöthigt (?), daß die Lichtwellen Nervenätherschwingungen erzeugen, und diese werden nothwendiger Weise (?) nicht nur der Zahl, sondern auch der Richtung nach von jenen bestimmt werden. Da ferner unser Wahrnehmen darin bestehe, daß wir die Empfindung nach außen versetzen(?), so müssen die Sehstrahlen sich kreuzen, und ein in der obern Hälfte der Netzhaut liegender Punkt müsse (?) seine Empfindungen nach unten, ein unten liegender Punkt nach oben tragen. Indem nun von jedem leuchtenden Punkte viele Lichtstrahlen auf die Netzhaut fielen, deren jeder einen andern Sehstrahl bedinge (?), so müsse die Empfindung sich als Diagonale aller jener Sehstrahlen ergeben (?). Aus diesem Grunde sehen wir Gegenstände, welche in der Verlängerung der Sehaxen liegen, am rechten Orte, dagegen alle zur Seite der Sehaxe befindlichen am unrechten (?). Denn heißt es, wenn sich der leuchtende Punkt *g* außerhalb der Axenverlängerung *ef* der Linse *abcd* befindet, so wird schon sein Mittelstrahl *gi* schief in der Bahn *gimo* abgelenkt, die äußersten *gh* und *gk* verfolgen die Wege *hlo* und *kno*. Die in *lo* und *no* afficirte Retina versetzt den Eindruck in *op* (?), d. h. die Gesichtslinie ist eine andere als die Richtungslinie (*og*).


Fig. 23.



Diese Beweisführung ist mehr nicht, als eine Verkettung unerwiesener Behauptungen. Wer z. B. gestattet uns das Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte, welches nur für die Mechanik Gültigkeit hat, in der Lehre von den Empfindungen zu benutzen? Es müßten doch Massen da sein, in deren Bewegung das Gesetz sich geltend machte, aber wo sind diese Massen? Zugegeben ferner, das Parallelogramm der Kräfte fände hier Anwendung, wo soll die Diagonale *om* herkommen? Wenn, der Behauptung gemäß, die

Lichtwellen nothwendig Nervenätherschwingungen von gleicher Richtung erzeugen, so kann die Lichtwelle *lo* nur die Nervenätherwelle *oL*, desgleichen *no* nur *oN* erzeugen. Dann wäre die Diagonale *oP*, und wir sehen den Gegenstand nach hinten, wenn nicht etwa die Empfindungsschwingungen den Nervenätherschwingungen diametral entgegengesetzt sind. Aber die Darstellung ist nicht nur unberechtigt, sondern nachweislich falsch, wie folgende bekannte Erfahrung nachweist.

Fig. 24.

Man betrachte ein Object *a* durch zwei Kartenlöcher *cd* in passender Sehweite, so sieht man es einfach, und, nach Valentin's Theorie, am rechten Orte, weil die Strahlen *cb* und *db* die mit der Richtungslinie zusammenfallende Diagonale *ab* geben. Nun bleibt aber *a* an demselben Orte stehen, auch wenn man das eine oder andere der Kartenlöcher verschließt, woraus erstens folgt, daß die prätendirte Sehlinie *ab* nicht als Diagonale von *bc* und *bd* betrachtet werden kann, und zweitens und allgemeiner, daß die Richtung des Sehens von der Richtung der Lichtstrahlen ganz unabhängig ist. Schon Porterfield bewies dies.

In wie weit wir Gegenstände, welche zur Seite der optischen Axe liegen, an ihrem rechten Orte sehen oder nicht, ist aus dem Vorhergehenden leicht abzuleiten. Wir erkennen die Richtung der Gesichtsobjecte, indem wir die Richtung fühlen, die wir dem sehenden Auge gegen das Object geben. So lange ein Gegenstand zur Seite der optischen Axe liegt, haben wir dem Auge noch nicht die Richtung nach ihm gegeben, sondern sie muß ihm erst gegeben werden, wenn der Gegenstand vollkommen deutlich werden soll. Es kommt also darauf an, in wie weit die durch Seherfahrungen geübte Seele im Stande ist, im Voraus zu beurtheilen, welche Stellung dem Auge gegeben werden müßte, um das Object in's Centrum des Sehfeldes zu bekommen. Aus der dem Auge zu gebenden Richtung schließt die Seele auf die wirkliche des Dinges, und in demselben Maße, als sie die erste richtig abschätzt, erkennt sie sachgemäß die zweite. Sie ist abhängig von Bewegungserinnerungen, welche dem Irrthum natürlich eine gewisse Breite lassen. Indeß ist factisch, daß im ausgebildeten Individuum, die Breite des Irrens keine große ist. Wir führen bei geschlossenen Augen die Hand richtig zum Munde, wenn wir wollen, d. h. nichts anders, als wir kennen aus Erinnerung die Richtung, welche wir dem zu bewegenden Gliede geben müssen, um zur Betastung des Mundes zu gelangen. Gleicherweise wissen wir, welche Richtung dem Auge nöthig ist, um zur Fixation eines seitlichen Punktes zu gelangen, und das Muskelgefühl der Augen ist feiner, als das der Extremitäten.

B. Vom Wahrnehmen der Entfernung.

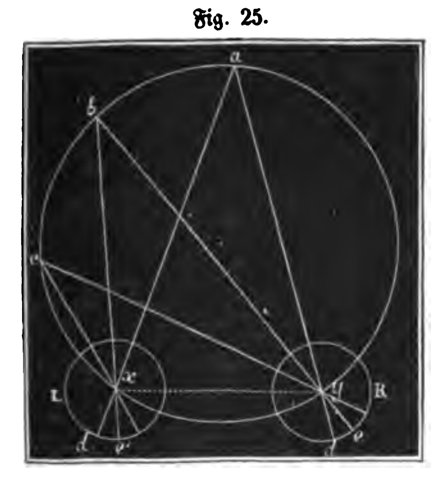
Erst durch Erziehung des Gesichtssinnes kommen wir zu Anschauungen der Tiefe, d. h. zu dem Vermögen, das Vor- und Hintereinanderliegen von

Gesichtsobjecten wahrzunehmen. In einem frühern Abschnitte ist gezeigt worden, wie die Raumanschauungen des Sehorganes nicht nur aus räumlichen Affectionen der Netzhaut hervorgehen, sondern diesen auch vollständig correspondiren. Die Netzhaut ist eine empfindende Fläche, und so lange die reine Empfindung waltet, muß alles Sehen ein flächenhaftes sein, weil die Empfindung über das afficirte Organ nie hinausgeht. Die Erfahrung bestätigt diese Behauptung. Zwar will es wenig sagen, daß kleine Kinder nach dem Monde greifen, denn dies beweist nur, daß sie nicht wissen, wie weit derselbe entfernt ist, und das Factum scheint sogar anzudeuten, daß das Kind die ersten Vorstellungen von Tiefe schon gewonnen habe, denn das Greifen gilt eben einem Aeußern und in sofern Entfernten, aber entscheidend sind auch hier die schönen Beobachtungen des Dr. Franz. Der operirte Blindgeborne (wie bemerkt, ein verständiger junger Mann) war nicht im Stande, eine Kugel von einer Scheibe, oder eine Pyramide von einem Dreieck zu unterscheiden. Als man ihm eine Pyramide so hinstellte, daß eine ihrer scharfen Kanten nach vorn stand, erklärte er nach langer Ueberlegung, dies sei weder ein Dreieck noch ein Viereck, überhaupt aber eine sehr sonderbare Figur, und er gestand endlich sein Unvermögen herauszufinden, was für eine Art Körper hier vorliege. Gleichwohl war dem jungen Manne die Pyramide aus frühern Tastversuchen wohl bekannt.

Wir verhalten uns beim Betrachten naher Gegenstände anders, als beim Betrachten ferner; und indem wir uns der verschiedenen Art unserer Thätigkeit bewußt werden, lernen wir mit Hilfe vergleichender Selbstbeobachtung zwischen Nahsehen und Fernsehen unterscheiden, worauf wiederum neue Erfahrungen uns darüber Aufschluß geben, was ein solches Nahsehen und Fernsehen für objective Beziehung habe. — Das Nahsehen ist namentlich mit starker Convergenz der Augenaxen verbunden, das Fernsehen mit geringer, und da wir die jedesmalige Stellung unserer Augen durch das Muskelgefühl wahrnehmen, so fehlt es uns nicht an Gelegenheit, Erfahrungen zu sammeln, zunächst über eigene Thätigkeiten, dann aber über äußere Verhältnisse, welche jene Thätigkeiten in einer gesetzlichen Weise bedingen.

Joh. Müller giebt zu, daß die Stellung der Augenaxen von Wichtigkeit sei, wenn es sich um die Beurtheilung der Entfernung von Gegenständen handle, welche gerade vor uns liegen, behauptet dagegen, daß dieses Mittel alle Wirksamkeit verliere, wenn die Gesichtsobjecte eine seitliche Lage hätten. Er demonstrirt an Fig. 25, daß ein seitlich gelegener naher Gegenstand c unter demselben Convergenzwinkel der optischen Axen gesehen werde, als die fernen Gegenstände b und a, was geometrisch richtig ist, da die Winkel bei a, b und c Winkel an der Peripherie sind und sämmtlich zu Dreiecken gehören, welche die Sehne xy zur Basis haben.

Fig. 25.



Hieraus ergiebt sich indeß nur soviel, daß Erfahrungen, welche

beim Sehen nach vorn gewonnen wurden, nicht benutzt werden können, um über das Maaß der Entfernung seitlich-gelegener Objecte zu urtheilen. Dagegen bleibt immer richtig, worauf es hier ankommt, daß auch bei seitlicher Lage der Gesichtsobjecte eine stärkere Convergenz der Seharen auf eine größere Nähe und umgekehrt eine geringere Convergenz derselben auf größere Entfernung bezogen werde.

Ich bin der Meinung, daß das Gefühl der Augenstellung bei Wahrnehmung der Dimension der Tiefe das wichtigste Moment ist, womit die bekannte Erfahrung zusammenhängt, daß wir Entfernungen mit beiden Augen weit genauer schätzen, als mit einem. Nächst dem sind die Accommodationsveränderungen zu nennen, welche bei Betrachtung verschieden entfernter Gegenstände specifisch verschiedene Gefühle erwecken. Beide Arten von Gefühlen leiten uns bei Beurtheilung stereometrischer Verhältnisse, also beispielsweise bei Unterscheidung einer Zeichnung von einem Basrelief.

Betrachtet man einen Gegenstand, etwa einen Würfel, in nicht zu großer Sehweite, so sieht man ihn, wie oben gezeigt wurde, mit dem linken Auge anders als mit dem rechten, man sieht z. B. mit dem linken eine Seitenfläche, welche das rechte nicht wahrnimmt, ein Verhältniß, welches natürlich davon abhängt, daß jene Seitenfläche eben nur dem einem Auge zugewendet, für das andere dagegen verborgen ist. Diese Verschiedenheit der Ansichten, welche bei einer Zeichnung nicht vorkommen kann, lehrt uns zunächst, daß wir einen Körper mit Dimensionen der Tiefe vor uns haben, aber indem die Verschiedenheit der Ansichten, die dem linken und rechten Auge geboten werden, je nach dem Grade der Entfernung des fixirten Körpers verschieden ausfällt, gewinnen wir einen Anhaltepunkt, zu beurtheilen, wie weit der Körper als Ganzes von uns entfernt sei.

Es ist hier der Ort, noch einmal auf Wheatstone's Theorie zurückzukommen. Wir haben einräumen müssen, daß die Beurtheilung der Entfernung verschiedener Objecte und die Beurtheilung der Entfernung verschiedener Punkte desselben Objectes (aus welcher die Anschauung des Körperlichen hervorgeht) auf denselben Principien beruhe, und zwar durch das Bewußtsein der Convergenz unserer Seharen vermittelt werde. Gesetzt, es ließe sich erweisen, daß die stereometrischen Vorstellungen auch ohne Veränderung der Augenstellung gewonnen werden könnten, so wäre die Anwendbarkeit unserer Erklärung auch für die Abschätzung der Entfernung höchst zweifelhaft.

Der treffliche englische Physiker geht nun offenbar von der Voraussetzung aus, daß die stereometrischen Anschauungen im Stereoskop ohne Veränderung der Augenstellung zu Stande kommen, und der Umstand, daß die Figuren, welche die Vorstellung eines Körpers erwecken, in einer Ebene verzeichnet sind, begünstigt diese Voraussetzung, denn, kann man sagen, hier sind Punkte, welche näher oder ferner liegen, gar nicht vorhanden.

Brücke[1]) und Tourtual[2]) behaupten demungeachtet die Mitwirkung der Augenbewegungen bei den stereoskopischen Versuchen. Sie geben zu, wie sich von selbst versteht, daß das Bild im Stereoskop nicht nähere und fernere Flächen, Linien und Punkte wirklich enthalte, bemerken aber, daß jenes Bild Flächen, Linien und Punkte darbiete, welche sich in Folge der perspectivischen Zeichnung beider Figuren dem Sehorgane gegenüber vollkommen eben so verhalten, als wenn sie wirklich in verschiedenen Entfernungen lägen.

---

[1]) Müller's Archiv, 1841. S. 459.

[2]) Die Dimensionen der Tiefe u. s. w. Münster, 1842.

Nach ihrer Ansicht würden nun die Augenaxen bei Betrachtung des stereoskopischen Bildes eine Bewegung ausführen, bei welcher ihr Kreuzungspunkt zwar nicht die Tiefendimensionen eines wirklichen Körpers, wohl aber die Tiefendimensionen eines als tief gezeichneten Objectes durchlaufe. Bei jeder andern Stellung der Axen auf einen nähern oder fernern Punkt träten andere Theile der Bilder in den Horopter, dieselben nämlich, welche bei Durchmusterung des wirklichen Körpers in denselben getreten sein würden, und so entstehe aus einer Menge in der Zeitfolge gewonnener Eindrücke, unter Mitwirkung des combinirenden Vorstellungsvermögens, die Anschauung eines Körpers.

Obgleich dieser Darstellung meines Erachtens eine wichtige Wahrheit zu Grunde liegt, die nämlich, daß die Seele durch das Mittelglied bewußter Augenbewegungen zu den Anschauungen der Tiefe und der Entfernung gelange, so enthält sie doch das Unrichtige, daß sie einen Proceß, der zur Erziehung des Auges für Tiefenanschauung nothwendig ist, in jedem particulären Falle des Sehens von Neuem in Anspruch nimmt. Das Auge erkennt das Stereometrische viel zu schnell, als daß an die Mitwirkung jener Axenbewegungen im einzelnen Falle zu denken wäre. Brücke freilich behauptete das Gegentheil und suchte zu beweisen, daß das Sehorgan in einem einzigen Augenblicke, und zwar buchstäblich in der Zeit, welche zur Verlegung des Convergenzpunktes der Sehaxen erforderlich ist, Muße genug finde, um die gesammte Masse von Eindrücken zu sammeln, welche sich zur Herstellung einer stereometrischen Anschauung verbinden müssen. Er beruft sich dabei auf Wheatstone's Entdeckung, daß ein Lichteindruck, welcher nur 0,000001 Secunde dauert, einen wahrnehmbaren Eindruck erzeugt. Brücke dürfte Recht haben, daß das Auge in der Zeit eines einzigen Augenblickes eine große Menge von Eindrücken zu sammeln vermag; aber gerade die Erfahrung Wheatstone's, auf welche er sich beruft, giebt ein Mittel an die Hand, zu beweisen, daß wir stereometrische Verhältnisse auch ohne Axenbewegungen aufzufassen im Stande sind. Ich habe mich nämlich auf das Bestimmteste überzeugt, daß die Dimensionen der Tiefe auch bei Entladung des elektrischen Funkens, welcher eben 0,000001 Secunde dauert, deutlich wahrnehmbar sind. Dies entscheidet, da die schnellsten Augenbewegungen gegen 50,000mal mehr Zeit in Anspruch nehmen!

Die mitgetheilte Beobachtung kann leicht mißverstanden werden. Dieselbe beweist nicht, daß Entfernung und Tiefe reine Sinnesanschauungen sind, ebenso wenig daß die Erkenntniß beider zu den Augenbewegungen ohne Beziehung sei. Vielmehr beweist sie nur so viel, daß die Wahrnehmung des Stereometrischen nicht immer auf Bewegungen beruhe, die wir machen, sondern, wenn überhaupt auf Bewegungen, bisweilen auf solchen, die wir gemacht haben, also auf Bewegungserinnerungen.

Wer diese Erklärung zu gewagt finden sollte, der untersuche, ob eine zweite überhaupt noch möglich sei. Die Thatsache ist die, daß ein Object von Tiefendimensionen in jedem Auge ein anderes Bild erzeugt, und wir fragen, warum entsteht aus zwei verschiedenen Bildern ein einziges? Wenn differente Punkte der Netzhäute, ebenso wie identische, ihre Empfindungen in gleichen Stellen des Sehfeldes verzeichneten, so wäre die Frage schon beantwortet; aber wir haben oben erwiesen, daß diese von Wheatstone aufgestellte Ansicht nicht haltbar sei. Bilder auf differenten Netzhautstellen, sind für die Empfindung nothwendig zwei Bilder; welches also ist der Proceß, der sie zusammenschmilzt? Mein Versuch mit dem elektrischen Funken giebt

die Zeit an, in welcher die Verschmelzung zu Stande kommt, sie ist unendlich kurz und schließt daher die Mitwirkung der Augenbewegung in dem combinatorischen Processe unbedingt aus. Die Verbindung geht mit einer Schnelligkeit vor sich, welche ihres Gleichen nur in dem Gange der Vorstellungen hat, und Vorstellungen bedürfen nicht präsenter, wohl aber vorgängiger Empfindungen.

Nach diesen Bemerkungen wird es weniger auffallen, wenn ich behaupte, daß der Proceß, welchen das Sehorgan in seiner Lehrzeit durchmacht, um Dimensionen der Tiefe kennen zu lernen, daß dieser in einer späteren Zeit, wo die Seele zahllose Erfahrungen in Bereitschaft hat, nicht in seiner langweiligen Ausführlichkeit wiederholt zu werden brauche. Die Netzhäute empfangen differente Bilder, aber es kommt nicht zur Empfindung der Differenz, denn die Seele, eingedenk, daß dieses Doppelte sich bei fortgesetzter Betrachtung als ein Einfaches ausweise, anticipirt das wohlbekannte Resultat, mit Ueberspringung aller Mittelglieder, welche es herbeiführen. Die Vorstellung siegt über die Empfindung, hat aber die ganze Lebhaftigkeit einer solchen, weil sie durch eine wahre Empfindung unterstützt wird. Ganz analoge Verhältnisse kommen vielfältig vor. Wer sich ein wohlbekanntes Gemälde in der Vorstellung zu vergegenwärtigen sucht, der wird immer nur ein undeutliches, ziemlich farbloses Bild gewinnen, wer aber auch nur eine Figur eines solchen Gemäldes wirklich sieht, der sieht gleich das Ganze, indem die Einbildungskraft den Rest ergänzt, und, zwar mit einer Lebhaftigkeit, welche der Empfindung sehr nahe kommt [1]).

Diese Auffassungsweise der vorliegenden Frage, kann bei genauerer Prüfung um so weniger Anstoß geben, als sich auch anderweitig nachweisen läßt, daß unsere Vorstellungen von der Entfernung das Product zusammengetragener Erfahrungen sind. Dies zeigt sich sehr auffallend bei dem Einflusse der Luftperspective auf unser Urtheil über Entfernung. Zwischen dem Objecte und unserem Auge liegt eine mehr oder weniger unreine Luftschicht, deren Dünste einen Theil des Lichtes wegnehmen und hiermit die Umrisse, wie die Farben, der Dinge undeutlich machen. Wir lernen diese Verundeutlichung für die gewöhnlichen Verhältnisse, in denen wir leben, kennen, und bringen diese Erfahrungen mit der uns ebenfalls erfahrungsmäßig bekannten Entfernung der Dinge in Zusammenhang. So wissen wir, daß blaue Berge, deren Schluchten und Spitzen im Einzelnen nicht erkennbar sind, weit entfernt liegen. Aendert sich nun der Zustand der Atmosphäre in einer auffallenden Weise, so verlieren wir unseren Maßstab für die Entfernungen und verfallen in Täuschungen. Daher begegnet es den Bewohnern des Nordens in Italien häufig, daß sie entfernte Berge für näher und kleiner halten, als sie sind, indem sie den Glanz der Farben und die Masse wahrnehmbarer Einzelnheiten, nach früheren Erlebnissen, allerdings nur auf große Nähe beziehen können.

Wir beurtheilen also die Entfernung der Gesichtsobjecte allerdings nach

---

[1]) Man könnte einwerfen wollen, nach dieser Theorie sehe die Seele etwas Anderes, als ihr die Augen zeigten; aber das Gesagte beseitigt im Grunde schon diesen Einwurf. Ich darf hinzufügen, daß die ausgebildete Seele immer etwas anderes sieht, als ihr das Auge zeigt, nämlich mehr. Die Seele percipirt mit dem Sinneneindrucke gleichzeitig Alles, was sich durch Ideenassociationen mit diesem verbindet; wir sehen das erste Veilchen im Frühling mit anderen Augen an, als das verspätete im Herbste. Interessant wäre von einem operirten Blindgeborenen, wie der des Dr. Franz, zu hören, wie sich die ersten Gesichtseindrücke von den späteren dem Inhalte nach unterscheiden. Was sah er in einem menschlichen Antlitze? Genoß er von Anfang an den Eindruck der Schönheit? u. s. w.

dem Grade ihrer Beleuchtung, wobei es indeß lediglich auf die zufällige Verminderung des Lichtes durch atmosphärische Dünste, und nicht etwa auf die Intensitätsverminderung ankommt, welche das Licht in seinem Fortgange erleidet, und welche den Quadraten der Entfernung gleich ist. Die Helligkeit der Netzhautbilder erleidet nämlich durch die Entfernung der Objecte von dieser Seite keinen Abbruch. Der Grund hiervon ist, daß nicht nur die Intensität des Lichtes, sondern auch der Flächeninhalt des Bildes, wie die Quadrate der Entfernung abnimmt. Ist bei doppelter Entfernung die Lichtintensität um das Vierfache vermindert, so erhält das Netzhautbildchen nicht weniger Licht als vorbem, da es ja ebenfalls um das Vierfache verkleinert wurde. — Valentin will den Einfluß der Beleuchtung auf das Erkennen der Entfernung daraus ableiten, daß nahe Gegenstände verhältnißmäßig mehr Licht in's Auge senden als ferne, indem die Iris von den Lichtstrahlen der letzteren mehr auffange, als von denen der ersteren[1]). Dieser Umstand dürfte indeß zu unwichtig sein, um auf die Beurtheilung der Entfernung einen Einfluß zu gewinnen, jeden Falls ist die Valentin'sche Deduction unbrauchbar, da die Gleichung, welche das Endresultat herbeiführen soll ($ce : ci = ce + fd : ef$) unrichtig und der Wortausdruck für letzteres mit dem Ergebnisse der Rechnung nicht vereinbar ist.

Wenn schon die Erkenntniß, daß ein Gegenstand weiter entfernt ist als der andere, durch den reinen Sehact nicht gewinnbar ist, so erfordert die Wahrnehmung des Grades der Entfernung noch weit complicirtere Thätigkeiten. Auf eine nähere Untersuchung dieser einzugehen, scheint nicht am Platze.

A. W. Volkmann.

---

[1]) Lehrbuch der Physiologie, II. 459.

Sinne im Allgemeinen.

Bei Betrachtung des Universums von unserm irdischen menschlichen Standpunkte aus, mit den dabei vorzunehmenden nothwendigen Abstractionen, ergeben sich zwei Hauptmodi des Daseins, das materielle und das geistige, das bewußtlose und das bewußte. Beide aber existiren nicht in abgesonderten Gebieten, wo einerseits bloße todte Materie versammelt wäre, andererseits reine Geistigkeit sich geschieden hätte, sondern allenthalben finden wir sie in der Erfahrung in innigster Durchdringung. Das Vermittelnde dieser Gegensätze ist das organische Leben. In ihm finden wir jene beiden ursprünglichen Existenzformen in vollkommenster Durchbildung begriffen. Im lebendigen Organismus, selbst wenn noch keine Spuren irgend eines Bewußtseins darin zu finden, hat Alles einen gedankengemäßen, geistigen Charakter (so in der Pflanze, im thierischen, menschlichen Embryo), und nur in ihm nimmt erfahrungsmäßig das Bewußtsein mit allen Modificationen und Potenzen seinen Sitz. Wenn wir jedoch durch die Einrichtung unserer irdisch-menschlichen Daseinsform gezwungen sind, über alle materiellen Grenzen hinauszugehen, und, im religiösen Glauben und idealer Gedankenbewegung, zu einem rein geistigen Reiche gelangen, vor dem die materiellen Existenzen als bloßer Schein verschwinden, so führt uns dennoch die Erfahrung immer wieder auf das Gebiet der untrennbar gemeinsamen materiellen und geistigen Welt. Der Physiolog, ursprünglich wurzelnd in der Erfahrung, die er jedoch durch Gedanken zu bewältigen und zur Theorie zu erheben hat, ist daher, so wie es sein materiell-geistiger Gegenstand, der Organismus erfordert, nothwendig gedrungen, auf dem so natürlichen Standpunkte des Dualismus sich festzusetzen, der ihm am meisten Freiheit gewährt, einerseits in die Gesetze materieller Existenz sich zu vertiefen, andererseits auf dem Wege psychologischer Erfahrung durch Vermittelung des selbsteigenen organischen Lebens die Natur des Geistigen zu ergründen. In dieses Gebiet der gemischten Erfahrung gehört in der Physiologie alles dasjenige, was wir unter dem Namen des Sinnes begreifen. Die Erscheinungen der Sinnlichkeit beruhen ganz auf der innigsten Durchdringung des materiellen und geistigen Wesens in unserm individuellen Organismus. In ihm hat unser Geist die unmittelbarste Wahrnehmung materiellen Daseins, zunächst innerhalb des eigenen Körpers, und durch dessen Vermittelung der umgebenden Außenwelt. Dieses ist der äußere Sinn. Indem aber das geistige Wesen in seinem Verhältniß zum Organismus selbst Modificationen erleidet, und auch auf die Sinnenobjecte selbstständig zurückwirkt, eröffnet sich der Wahrnehmung ein Gebiet subjectiver psychischer Erfahrungen als Gegenstand des inneren Sinnes. Wir betrachten zuerst den äußern Sinn. Gewöhnlich nimmt man mehrere äußere Sinne an. Insgemein zählt man deren fünf beim Menschen und den höher organisirten Thieren. Jedem der Sinne entspricht ein eigenes

Elementargebiet in der Natur, alle zusammen aber vereinigen sich in der Einheit der Anschauung am Objecte, das selbst als Naturproduct die Elementarexistenzen der Natur in sich verbindet. Solcher Elementarexistenzen mag es in der gesammten Natur eine Unzahl geben; unserm Sinne sind deren nur wenige eröffnet, die für unsere irdische Lebensaufgabe nach höheren Gesetzen der Geisterwelt ausreichend sein mögen. Das Bewußtsein der Seele findet sich zunächst im eigenen organischen Körper, und empfindet unmittelbar dessen Zustände, ohne sie auf irgend äußere Objecte zu beziehen. Man nennt diesen Sinn Gefühlsinn, auch Gemeinsinn, Lebenssinn, Körpersinn. In diesem sind ursprünglich noch vor aller äußern Anschauung alle übrigen Sinnesmodificationen ungetheilt enthalten. Man betrachtet ihn daher als die Wurzel aller übrigen Sinne, also auch so als Gemeinsinn. Dennoch gilt diese Auffassung nur im Allgemeinen, als Durchgang der Entwicklung der speciellen Sinne auf einer gemeinsamen Basis, und nur dem Rest dieser Entwicklung wird der Name eines besonderen Sinnes erhalten. Aber auch so bleibt ihm immer noch der Charakter vielartiger Unbestimmtheit, wie wenn noch immer neue Sinne sich aus ihm gebären sollten. Auch haben die Physiologen nicht unversucht gelassen, dieses dunkle Gebiet an neue Sinne zu vertheilen, und auch die alle Grenzen überströmende Ahnung hat nicht unterlassen können, in diesem dunkeln Gebiet neue Sinne zu suchen. So entstanden außer dem altberechtigten Tastsinne ein Sinn für Wärme und Kälte, ein Muskelsinn, Sinn für Schmerz und Lust und andere organische Zustände, als Hunger, Durst, Ekel, Geschlechtsempfindungen ꝛc., Sinn für Erfühlung des Wassers, der Metalle, magnetische, electrische Einflüsse, Farben- und Lichtsinn, Sinn für Witterungsveränderungen, ja alle die wunderbaren Idiosyncrasien bei Gesunden und Kranken fanden hier ihre Stelle. Selbst die Reactionen der Seele auf den Organismus in affectuellen und anderen psychischen Zuständen mußten in diesem Sinne zunächst ihren Reflex finden, so daß er wie des äußeren, ebensosehr als Wurzel des inneren Sinnes betrachtet werden könnte. Daher schreibt sich auch die Unentschiedenheit des Gebrauchs des Wortes: Gefühl, und findet eben darin ihre Erklärung. Daher stammt auch die Verwechslung von Gefühl und Empfindung. Beide gehören zu einer und derselben Grenze, daher die Grenzstreitigkeiten. Dasselbe, was nach der subjectiven Sphäre Gefühl ist, ist nach der objectiven Seite hin Empfindung. Nur dürfen wir nicht hier an eine abstracte Grenze denken, wie etwa der Punkt die Fläche in der Geometrie; unsere Grenze ist für beide Seiten reell; sie hat ein materielles Substrat im Nerven, und als Modification des Bewußtseins hat sie auch geistige Realität. Diese hier betrachtete Unentschiedenheit des Gefühlsinns zeigt sich auch darin, daß ihm kein ausschließliches Sinnesorgan oder Sinnesapparat eigen geworden ist. Der ganze Leib, jeder Leibestheil muß ihm mehr oder weniger als Organ dienen.

Dem Gefühlsinn zunächst, noch ganz im organischen Raume beschlossen, steht der Geschmacksinn und der ihm verwandte Geruchsinn. Nicht bloß die Empfindung, sondern auch ihr Object, die schmeckbare Flüssigkeit, das riechbare Gas durchdringen unmittelbar die organische Substanz. Der chemische Proceß ist hier zugleich ein organischer und auch ein sensorieller. Doch wie schon im Tastsinn, wird auch hier die Ursache der Empfindung auf äußere Objecte übertragen. Aber auch andere Qualitäten des Gemeinsinns sind hier zu finden. Die Zunge hat schon einen höchst feinen Tastsinn in sich ausgebildet, und daß in ihr der Sinn für Wärmetemperatur, für

Lust und Unlust, für Ekel und Behagen in ungetrennter Einheit vorhanden sind, stellt die Analogie mit dem Gefühlsinn noch mehr in's Licht. Mehr der specifischen Empfindung zugekehrt ist der Geruchsinn, doch auch in diesem meldet sich das Gefühl des Ekels und des Behagens, der Erregung oder Repression des Lebens im ausgezeichneten Grade. Im Gefühl-, Geschmack- und Geruchsinn ist das Moment der subjectiven Empfindung durchaus vorwaltend, dagegen das der objectiven Anschauung und Vorstellung, wenn wir den Tastsinn ausnehmen, sehr in Hintergrund tritt. Mit dieser Ausnahme des Tastsinns (die Natur kennt keine Ausnahmen) hat es die Bewandtniß, daß sein eigenstes Organ, die äußere Haut, mit den vorzüglichsten Bewegungsorganen des Körpers verbunden ist, und so diese Bewegungen und die ihnen entsprechenden Objecte an den verschiedenen Graden des Drucks und der Reibung der Haut, die zu räumlichen Anschauungen sich verbinden, ihr Abbild erhalten. Die Empfindungen des Tastsinns selbst enthalten keine Mannigfaltigkeit von Qualitäten wie die des Geruchs und Geschmacks, sondern sind auf ein Minimum reducirt, indeß das Moment der räumlichen Anschauung als das herrschende hervortritt. Hätten die Tastempfindungen durch die Bewegungen ihrer Organe nicht jene Breite der Anschauung gewonnen, sie würden ebensosehr wie die Empfindungen des Geruchs und Geschmacks, des Schmerzes und der Wollust 2c. ihren subjectiven Charakter bewahrt haben, wie sie es denn auch thun, wenn sie mehr auf passive Weise erzeugt, und nicht durch active Bewegungen an Objecten hereingebracht werden.

Bei den Sinnen des Gehörs und des Gesichts ist dagegen gleich in der Anlage der objective Charakter vorwaltend. Die Empfindungen des Schalls, der Leuchtung und Farbe werden zwar ursprünglich nur im Subject gefunden, aber das sie erregende Agens wirkt aus der Ferne, es muß weit außerhalb der Grenzen des individuellen Organismus gesucht werden, und auch in ihnen selbst findet sich wenige subjective Qualität, wodurch sie wie auf der Oberfläche schwebend leichter nach außen geworfen werden. Es ergeben sich hierbei Distanzen der Näherung und Entfernung, Unterschiede der Richtung, Gegensätze und Coincidenzen, und aus allen diesen Dislocationen im Raume, dadurch Anordnung der Empfindungen zu objectiven Anschauungen, indem das Vermögen der Reproduction der Empfindung oder sinnliches Gedächtniß zu Hülfe kommt, wodurch die zeitlichen, mit räumlicher Vorstellung behafteten Empfindungsmomente in räumlichen Dimensionen ausgelegt werden. So entstehen in unmittelbarer Wechselwirkung dieser Sinne mit ihren Gegenständen sinnliche Anschauungen, und bei Abwesenheit der Gegenstände in bloßer Reproduction der ursprünglichen Anschauung sinnliche Vorstellungen. Der Gehörsinn bildet seine Empfindungen meist in der Zeitform zu Anschauungen aus, wenn nicht durch Mangel des Gesichts oder andere Bedingungen auch die Raumanschauung ihm zugewiesen worden. Die Geräusche der äußern Natur- und Kunstwelt in ihrer Nacheinanderfolge und Abänderung, die Tonfolgen der Musik, der Töne Concordanz, der Fluß der Rede sind die vorzüglichsten Gegenstände des Gehörsinns, die in ihrem Vorsichgehen vom Sinne zu zeitlichen Totalitäten in der Anschauung gebildet werden. Die räumlichen Verhältnisse, die Distanz, Richtung, Lage und Ortsveränderung oder Bewegung, obgleich die Bedingungen ihrer Anschauung im Gehörsinne auch gegeben sind, werden in der Regel wenig ausgebildet, indem alle Seelenkraft mehr der zeitlichen Anschauungsform sich zuwendet. Besonders nimmt im Stande höherer

Cultur unter der Form der Zeit die Sprache, die sociale Conversation, das Gehör am meisten in Anspruch, dagegen bei Beschäftigungen mit der äußeren Natur und bei Betreibung materieller Künste und Gewerbe, die mit bestimmten Geräuschen und Schällen vor sich gehen, auch die räumliche Form dem Gehöre sich zueignet. Sonst ist dem Gehör auch der Gefühlsinn inwohnend. Die Schälle, Töne, Stimmen erzeugen Ekel oder Behagen, gewähren Lust oder machen Schmerz, doch schon seltener in dem Grade ergreifend, wie dies bei den anderen Sinnen der Fall war.

Entschieden hat sich die Anschauung des Gesichtssinnes unter der Form des Raumes ausgebildet. Die Empfindung, wie das beim Gefühl-, Geschmack- und Geruchsinne stattfand, hat für sich gar keine Geltung; augenblicklich wird sie auf Gegenstände im Raume bezogen, und hängt ihnen bleibend als Qualität an. Dagegen treten die räumlichen Beziehungen in klarster Bestimmtheit hervor. Wenn beim Gehör meist nur die horizontale Flächenrichtung dem Erdboden entlang, oder noch mehr die lineare dem Sprechenden gegenüber ausgebildet ist, so hat der Gesichtssinn alle Richtungen, das gesammte Panorama des sichtbaren Raumes, zur Ausbildung gebracht, und das nicht bloß in endlicher Begrenzung, sondern über alle Schranken in's Unendliche hinaus. Und nicht weniger ist in ihm die zeitliche Anschauung in der Auffassung der Gestaltveränderungen der Gegenstände und ihrer Bewegungen zur Entwicklung gediehen. Die individualisirende Thätigkeit ist hier am größten, und daher sind die Anschauungen des Gesichtssinnes auch am meisten geeignet, allen Empfindungsqualitäten der übrigen Sinne zu Trägern zu dienen. Mit dem Gesichtssinn hat sich so das Gebiet der sinnlichen Welt vollkommen abgeschlossen. In höherer psychischer Sphäre dient er als Organ der physikalisch-wissenschaftlichen, mechanischen, dynamischen, geometrischen Anschauung.

Man hat den Gehörsinn, weil er zum Vermittler der menschlichen Sprache dient, und wir die Sprache auch als Hülfe des abstracten Denkens gebrauchen, oft über den Gesichtssinn gestellt. Jedoch mit Unrecht. Dieser Werth, den das Gehör durch das Vermögen der Sprache erhält, ist nur ein relativer, ein Nützlichkeitswerth, den eine Zeichensprache für die Augen oder für den Tastsinn eben auch übernehmen würde, wenn es eben so bequem geschehen könnte. Einen reellen Werth giebt ihm die Tonkunst mit der Ahnung der darin verschlossenen Gefühlssprache, die zu sprechen freilich nur dem Genius gegeben ist. Sonst als Organ wissenschaftlicher Begriffe läßt sich die Gehöranschauung kaum gebrauchen. Auch Ton und Schall, ihre eigentlichsten Gegenstände, und die verschiedenen Geräusche als Object der Untersuchung des Physikers gelangen erst zu wissenschaftlicher Klarheit, wenn sie als Oscillationen und Wellen vorgestellt werden. Noch weniger können die anderen, noch mehr mit dem Charakter der Subjectivität behafteten und nur in der äußersten Specifität befangenen Sinne als Organe höherer Seelenthätigkeit dienen. Sie können nur das Material liefern, welches erst die freiere Gesichtsanschauung ihrem rechten Objecte zuführt und mit diesem in die freie Vorstellung aufnimmt.

In solcher verschiedenartiger Beziehung zur höheren Seelenthätigkeit hat man auch die Sinne in niedere und höhere rangirt, indem der Gefühl-, Geruch- und Geschmacksinn, mehr den körperlichen Bedürfnissen untergeordnet, unfähig scheinen, der Seele als Organ höherer Entwicklung zu dienen, indeß das Gehör und Gesicht den Namen höherer Sinne in Anspruch nehmen, theils weil sie dem Wissen ein unendliches Material liefern, theils

weil ihnen die Kräfte inwohnen, dieses Material gedankengemäß zu ordnen und höherer Erkenntniß entgegen zu bringen. Doch vermag auch schon der Tastsinn für sich (wie bei Blinden) die räumliche Anschauung in hohem Grade zu entwickeln, und der Geruchsinn scheint mit den edelsten Regungen des Gemüths in Beziehung zu stehen.

Sonst pflegt auch die Frage der practischen Nützlichkeit der verschiedenen Sinne in Anregung gebracht zu werden. Die Einen behaupten, sie könnten eher den Gesichtssinn missen, als das Gehör, die Andern das Umgekehrte. Jeder mag darin nach Geschmack und Temperament sich entscheiden; doch ist's am besten, ein ganzer Mensch zu sein. Den Geruch vermissen wir am leichtesten, auch wird er so wenig geübt, daß es dem gänzlichen Mangel nahe gleich kömmt; dasselbe gilt fast ebenso vom Geschmacksinn. Die angenehmen Empfindungen des Gefühlsinns möchte Mancher gern hingeben, wenn ihm die Schmerzgefühle abgenommen würden. Doch ist der Schmerz des Leibes Wächter.

Man pflegt gewöhnlich die Sinne den höheren Vorstellungsvermögen gegenüber und entgegenzusetzen. Der Sinn soll ihnen bloß das Material liefern, das von diesen zu Vorstellungen und Begriffen verarbeitet werde. Nur diesen höheren Vorstellungsvermögen wird Gedächtniß und Erinnerung, reproductive und productive Imagination, das Vermögen der Reflexion und Abstraction, der Induction, Analogie, Generalisationsthätigkeit und alle sonst angenommenen Operationen des Verstandes zugeschrieben, und der Sinn, aller Intelligenz beraubt, zu einem bloß passiven, die Gegenstände nur, wie sie gegeben sind, aufnehmenden Vermögen herabgesetzt. Nur im Vorbeigehen wird von einem sinnlichen Gedächtniß, von sinnlicher Aufmerksamkeit gesprochen. Selbst der beliebte Satz: Nihil est in intellectu quod non fuerit in sensu, wird nur auf den abstracten Verstand bezogen, dem der Sinn das Material liefern soll. Man könnte jedoch jenen Satz auch so deuten, daß in und an dem Sinne schon der Verstand mit allem seinem Apparat auf unmittelbarste Weise thätig sein mußte, wenn in die Sphäre des abstracten Verstandes überhaupt etwas Intelligibles, Gedankenmäßiges gelangen sollte.

Gewiß ist in den Operationen der Sinne, besonders der höheren des Gesichts und Gehörs und auch des Tastsinns, Gedächtniß, Imagination, Reflexion, Abstraction, vergleichendes und unterscheidendes Urtheil &c. auf das Innigste mit verflochten, was jedoch in die Producte der unmittelbaren Sinnesanschauung aufgehend nicht zur Apperception des Bewußtseins gelangen kann, sondern als den Objecten selbst immanent vorgestellt wird. Wenn wir jedoch in eine genauere Analyse der lebendigen Sinnesanschauung eingehen, so ist es durchaus unmöglich, ohne die unmittelbarste Mitwirkung jener nur in ihrer Abstractheit und aus dem Reflex der Vorstellung erst bekannter Vermögen auszukommen. Wir betrachten vorerst das Gedächtniß und die Erinnerung, inwiefern sie bei der Construction der Sinnesanschauung ursprünglich thätig sind. Wenn wir tastend eine Gestalt im Raume zur Anschauung bringen, so verfließt darüber eine längere oder kürzere Zeit, je nach der Größe des Gegenstandes. Jeder Moment der Berührung, der uns eine örtliche Empfindung zu Sinne bringt, schreitet durch Bewegung des Tastorgans am Gegenstande zu einem folgenden fort, indem der nächstvergangene real aufgehoben, jedoch im sinnlichen Gedächtnisse aufbewahrt wird. Die so aufgehobenen, in der sinnlichen Imagination constant reproducirten Momente sammeln sich am Ende der Tastoperation

zur Einheit einer vollendeten Anschauung, die zugleich Vorstellung ist, und nur in der festgehaltenen Beziehung zum Sinnesobjecte durch fortwährende oder auch nur intendirte Wiederholung des Sinnesacts als Anschauung unterschieden wird. Zur Vorstellung wird sie nur dadurch, daß die unmittelbare Beziehung zum Objecte aufgehoben wird, und sie in die Freiheit der subjectiven Sphäre eingeht.

Nehmen wir an, daß jene einfache Tastanschauung ohne Gedächtniß, ohne fixirende, sammelnde, einende Imagination vorgenommen werden sollte, so ist es unmöglich, irgend eine zeitliche und räumliche Anschauung zu Stande zu bringen, indem jeder vergangene Moment in Bewußtlosigkeit verschwindet, und endlich nur der letzte übrig bleibt, ohne daß es zu einer Totalität der Anschauung kommen konnte. Ein Zustand des Sinnes, der nur dem entschiedensten Blödsinn zukommen mag. Ebenso sind Gedächtniß und Imagination dem Gehör- und Gesichtssinn eingebildet. Wir würden ohne ihr Zuthun weder die Dauer und Veränderungen eines Geräusches, noch die Folge von Tönen und Accorden und ihren Rhythmus in der Musik, noch die Folge von Vocalen und Consonanten und ihre Sammlung zu Worten, Sätzen, Reden wahrnehmen können. Auch das Auge würde vergebens an den Umrissen der Gegenstände herumgeführt werden, wenn nicht ihre elementaren Eindrücke im Gesichtsgedächtniß festgehalten, durch die Gesichtsimagination zu Bildern der Gegenstände gesammelt und durch räumliche Anschauung geordnet und festgestellt würden. Beim Gesichtssinn werden nun diese Elementarfunctionen der Anschauung desto deutlicher, je mannigfacher und ausgebreiteter sein Gebiet ist.

Aber auch die anderen intellectuellen Elemente der Vorstellung müssen schon hier in der Sinnesanschauung, als an ihrer ursprünglichsten Quelle, gesucht werden. Die Erinnerung ist schon in dem Act der elementaren Imagination implicirt. Was würde es helfen, im Gedächtniß die vergangenen Momente der sinnlichen Anschauung festzuhalten, wenn sie nicht immerfort durch Erinnerung in's Bewußtsein gerufen würden? Der Wille ist wesentlich mitwirkend beim Zustandebringen der sinnlichen Anschauung; jedoch nicht der Wille der gemeinen Willkür, es ist die ursprünglichste, unmittelbarste Willensthätigkeit, ein Sinnesinstinct, der jedoch beim Menschen auch der höheren Freiheit der Intelligenz offen steht. Dieser Wille bestimmt die Richtung, die Schnelligkeit, die Bewußtseinsintensität der Anschauung; der Charakter, das Temperament, die gesammte geistige Begabtheit ist thätig durch diesen Willen, und giebt dem Anschauungsproduct sein individuelles Gepräge. Die Aufmerksamkeit als Moderation des Bewußtseins waltet gleichfalls mit Nothwendigkeit und ursprünglich in der sinnlichen Auffassung, sie giebt der Anschauung ihr Licht, oder macht sie dunkel, oder läßt dunkle Stellen. Auch das Gefühl, die Gemüthsstimmung, der Affect, je nachdem sie eben herrschend sind, mischen sich der Sinnesanschauung unmittelbar bei, und behalten auch später in der bloßen reproductiven Vorstellung ihre gemüthlichen Farben und Beziehungen. Endlich sind alle die Kategorien des Geistes, die Grundformen der Intelligenz ursprünglich thätig in der sinnlichen Anschauung. Man findet darin Mannigfaltiges zur Einheit verbunden, positive und negative Qualitätsbestimmungen, vielfache Arten von Beziehungen und Beziehbarkeit, zufällige und wesentliche Merkmale, zeitliche und räumliche Bedingtheit der Causalität und Wechselwirkung, alle Modalitäten der Existenz nach ihrer Möglichkeit, Wirklichkeit, Nothwendigkeit. Alles dieses ist mit einemmale in der sinnlichen Anschauung gegeben, wenn

auch die Reflexion nur mit langsamen einseitigen Urtheilen und nach und nach die Analyse dieser ursprünglichsten Synthesis vorzunehmen vermag. So ist denn Alles schon im Sinne enthalten, was nachher bei wiederholter Reflexion zu selbstbewußtem Verstande werden soll.

Im Gegenstande der sinnlichen Anschauung sind alle Formen geistiger Thätigkeit auf das Innigste verbunden. Wir dürfen uns hier durch die gewöhnliche Auffassung kleinerer Gegenstände, die wir mit einem Blicke leicht übersehen, und die, wie aus einem Guß, mit Einemmale, ohne daß wir uns der einzelnen Momente ihrer Construction bewußt werden, vor unserer Anschauung fertig stehen, durchaus nicht beirren lassen und diesen vorzugsweise den Namen von Anschauungen zueignen. Sind unserer Sinneskraft Gegenstände von größerem Umfange gegeben, deren Auffassung längere Zeit die mannigfaltigste Bewegung und Herumtragung unserer Sinne, thätigen Eingriff in das materielle und sonstige Bestehen der Gegenstände, Vermittlung von Erinnerungen, vergleichenden Urtheilen, Analogien, Inductionen, Hypothesen, ergänzenden Imaginationen, Conjecturen rc. erfordern, bis der Gegenstand endlich in seiner Totalität der Anschauung sich offenbart, so ist diese nicht weniger eine sinnliche Anschauung wie jede noch so kleine, die in einem Nu vor unserm Blicke steht. Beispiele haben wir an der Auffassung größerer Gebäude, Landschaften, geographischen Bestimmungen, geologischen, historischen Forschungen, Beschreibung von Kriegsevolutionen, systematischen Zusammenstellungen der Naturreiche. Auch das darf uns hier nicht beirren, wenn viele Individuen in den verschiedensten Erdgegenden, ganze Geschlechter im Verlaufe von Jahrhunderten zusammenwirken, um zuletzt eine leicht übersehbare Totalität einer großen Anschauung zu Stande zu bringen. Es ist überall derselbe Geist, der im einzelnen Individuum wie in Massen die Sinneskraft über die Natur wirft, um sie seinem Selbstbewußtsein, seiner Gedankenwelt anzueignen. Jedes einzelne Sinnesorgan unterordnet sich hier dem Totalsinn, jedes Individuum wird zum Sinnesorgan, und das ganze forschende Chor zum Individuum.

Wir kehren wieder zu unserm Anfang zurück, wo wir den äußeren Sinn als eine Vertiefung des Geistes in die materiellen Existenzen darstellten, indem das geistige Wesen sich in diese umwandelnd als Anschauung sie in sich erkennt und ihnen mit der seinigen gleiche Realität zugestehend sie als Dinge sich gegenüber gelten läßt. In dieser Wechselwirkung mit den Dingen kömmt nun der Geist auch zum Bewußtsein der eigenen passiven und activen Zustände. Dies Bewußtsein wendet sich auf das geistige Centrum wieder zurück, es wird zum inneren Sinne, es eröffnet sich ihm die psychische Anschauung, zunächst im eigenen Individuum, und dann durch instinctive Uebertragung der eigenen Subjectivität auf äußere Dinge die anthropologische oder ethische Anschauung. Hier kehrt sich die Bedeutung derselben sinnlichen Elemente, die dort im äußeren Sinn den materiellen Gegenständen der Außenwelt zugeeignet wurden, gerade um und wendet die reale Beziehung gegen das selbstbewußte Subject. Die Empfindungen und Gefühle werden als im Seelenorganismus ursprünglich angehegte Energien aufgefaßt, die nur durch äußere Reize zum Bewußtsein erweckt zu werden brauchen; Anschauungen, Vorstellungen, Gemüths- und Willensbestimmungen, Gedanken, Begriffe rc. sind Entwicklungen dieses geistigen Organismus, die das Individuum in sich selbst beobachtend und auf sich beziehend so zur Selbstkenntniß gelangt. Aber auch ebenso dringt der innere Sinn durch Uebertragung des im eignen Individuum Erfahrenen

auf andere Individuen, in die psychische Natur der verbrüderten Geisterwelt, die ihm nur durch Vermittlung materieller Existenzen sich offenbart, erwirbt so Geistes- oder Menschenkenntniß, da des äußeren Sinnes Aufgabe war, Naturkenntniß zu erwerben.

Wir haben bis jetzt den Sinn nur vom subjectiven Standpunkte der psychischen Erfahrung betrachtet. Es wird erlaubt sein, das subjective Element, sofern es von materiellem Substrat getragen wird, in die räumliche und zeitliche Objectivität der äußeren Natur nach der Weise physikalischer Anschauung zu übertragen. — Vorerst sehen wir im leiblichen Organismus die Sinne an Sinnorgane gebunden mit bestimmten, zweckmäßig gestalteten Ausbreitungen des peripherischen Nervensystems, mit Leitungsnerven zu Centralorganen, Ganglien, Hirnen, mit verschiedenen Regionen dem einen oder andern Sinne mehr zugeeignet scheinen. Die individuelle Seele aber waltet in dem gesammten Organismus theils bewußtlos, chemisch und plastisch, ihn bauend und zerstörend, theils mit Bewußtsein bald in dem, bald in jenem Sinnorgane sich concentrirend, oder in mehrere sich ausbreitend, bald in's Centralorgan, in die inneren Sinne wieder einkehrend. Solches gilt von der Räumlichkeit und Zeitlichkeit des einzelnen organisch-psychischen Individuums. Indem nun das Reich der sensitiven Organismen aus unzähligen auf der Oberfläche der Erde verschieden vertheilten organischen Individuen besteht, so erweitert sich das Bild über alle Grenzen der Individualität, und man kann das sensuelle Agens, wie etwa das der Electricität oder des Magnetismus vorstellen, sowie es sich über die Oberfläche der Erde erstreckt, in verschiedenen Graden der Spannung, Erregung oder Bindung und in den mannigfaltigsten Qualitäten, von einem Pol zum andern, durch alle Zonen, durch Wasser, Luft und Erde reichend. Wie ein Meer breitet sich hier das Erdbewußtsein aus, und nimmt in sich unter unendlich mannigfachen Gestaltungen der Sinnorgane verschiedener Thiergeschlechter die unzähligen mechanischen, chemischen, dynamischen und organischen Wirkungen und Gegenwirkungen der Materien, und ihre räumlichen und zeitlichen Relationen in höheren, alle unsere individuellen weit übersteigenden Anschauungen auf. Wie die Erdkunde ein Netz thermaler, magnetischer und anderer Linien über den Erdglobus zieht, um uns über die Totalität physikalischer Kräfte der Erde Aufschluß zu geben, so lassen sich eben solche sensuelle und intellectuelle construiren, und es bedarf dann nur eines geringen Sprunges der Phantasie, um diese in ein höheres psychisches Princip, eine Erdseele oder Erdgeist zusammenzufassen.

J. Purkinje.

Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen.[1])

Der gegenwärtige Stand unserer Nervenphysiologie läßt es wünschenswerth erscheinen, die Resultate von gemachten Untersuchungen, welche ihrer Natur nach nur fragmentar sein können, in kurzen Sätzen oder Paragraphen, gleichsam aphoristisch, darzustellen; eine Weise, wie sie in einem verwandten Gebiete, dem der Electricität, von einem berühmten englischen Physiker gewählt wurde. Eine lose Aneinanderreihung einzelner mit Nummern bezeichneter Sätze, da wo es an einer mehr organischen Verbindung des Ganzen der Lehre noch fehlt, hat den Vortheil der Uebersichtlichkeit und der Leichtigkeit, später auf einzelne Stellen zurückweisen zu können.

Die Basis aller unserer Untersuchungen auf diesem Gebiete, wenn es auf exacte Forschungen und strenge Folgerungen für eine künftige Mechanik des Nervenprincips abgesehen sein soll, müssen immer die feineren anatomischen Beobachtungen bleiben. Es würde bei den hier gegebenen Untersuchungen unzweckmäßig erscheinen, wenn ich dabei auf eine genauere Kritik aller meiner Vorgänger eingehen wollte. Wo ich von denselben abzuweichen genöthigt bin, wie allerdings in manchen wichtigen Punkten, geschieht es, was ich im Voraus bemerke, mit aller Anerkennung der vorhandenen Leistungen. Ich selbst habe bei dem revolutionären Zustande, in welchem sich die Nervenphysiologie befindet, meine eigenen Ansichten, selbst so weit sie auf eigene speciellere Untersuchungen gegründet waren, in den letzten Jahren binnen Kurzem schon mehrfach wechseln müssen. Wenn ich früher mit Valentin z. B. in der Annahme der Endschlingen der Primitivfasern übereinstimmte, mit Bidder und Volkmann in der Ansicht über die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven und zugleich, wie mit Kölliker, in der Behauptung einseitiger peripherischer Faserursprünge von Ganglienzellen als Centralorganen, jetzt aber zu ganz abweichenden oder modificirten Ansichten gelangt bin, so will ich deßhalb jedoch nicht minder bekennen, daß ich stets in Ehrenberg's und Valentin's, Bidder's und Volkmann's bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der Histologie des Nervensystems für mich, wie für alle Fachgenossen, eine reiche Quelle der Belehrung erblicke, wofür die Freunde der Wissenschaft, wie ich selbst, denselben stets dankbar sein müssen. Wobei es jedoch immer heißt: Irrthum vorbehalten.

---

[1]) Da eine Reihe eigenthümlicher Untersuchungen, welche ich während meines längeren Aufenthalts in Pisa über die Elemente der Nervensubstanz anstellte, zu abweichenden oder doch ergänzenden Ansichten der zur Zeit bestehenden Lehren in diesem Kapitel führten, so schien es mir passend, die wichtigsten Resultate hier niederzulegen, und so gleichsam Zusätze zu den früheren Artikeln: Elektricität der Thiere, Gewebe, Nervenphysiologie u. a. zu liefern. D. Herausgeber.

Ich werde zuerst einfach die gemachten anatomischen und physiologischen Beobachtungen zusammenstellen, und sodann eine Reihe von kritischen und theoretischen Betrachtungen daran anknüpfen.

I. Beobachtungen.

a. Von den Ganglien.

1. Die hauptsächlichsten Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen sind alle an einer Gattung von Thieren, dem Zitterrochen, gewonnen worden. Von den beiden Species im Mittelmeere, Torpedo narce und marmorata, ist die erstere, wenigstens bei Viareggio, woher ich die meisten Exemplare erhielt, bei Weitem häufiger. Torpedo Nobiliana Bonaparte habe ich nur in Triest zu sehen, nicht zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Bei den beiden genannten Arten sind die Structurverhältnisse ganz gleich.

2. Uebrigens habe ich in Bezug auf die Structur der Ganglien im Wesentlichen ganz ähnliche Verhältnisse auch bei andern Plagiostomen, Raja und Squalus, gefunden. Alle übrigen Wirbelthiere, bei denen gewiß nach den allgemeinen Gesetzen der Analogie dieselben Bildungen vorauszusehen sind, sowie der Mensch, eignen sich nicht zu genauen Resultaten. Der Frosch, ein den Physiologen sonst so holdes Thier, verläßt uns in diesem Falle. Eben so wenig habe ich Cyclostomen, wenigstens Petromyzon fluviatilis[1]) und den Stör, Accipenser Sturio, nach flüchtigen Untersuchungen in Venedig geeignet gefunden. Diese Fische gewähren keine besseren Ansichten, als andere Wirbelthiere, wo die zu beschreibenden Bildungen überall viel minder deutlich erkennbar sind.

3. Bisher war die vorherrschende Meinung über die Ganglienzellen die, daß sie entweder von den durch das Ganglion als durchtretend beschriebenen Primitivfasern umsponnen werden, in keinem kontinuirlichen Zusammenhang mit letzteren stehen (ältere Ansicht von Valentin), oder die, daß von den Ganglienzellen als Centralorganen einseitig nach der Peripherie Fasern entspringen (Volkmann, Kölliker). Ich glaube zuerst die Beobachtung gemacht zu haben, daß an eine jede Ganglienzelle vom Centraltheil aus eine Primitivfaser tritt, und daß ebenso am entgegengesetzten Pol der Ganglienzelle eine Fibrille nach der Peripherie abgeht; daß also, so weit die Beobachtung klar ist, nie mehr und nie weniger als zwei Fasern von jeder Ganglienkugel entspringen. Dies ist der Fundamentalsatz, welcher für die Cerebrospinalganglien jedenfalls festzustehen scheint. Unabhängig davon entdeckte Robin dieselbe Thatsache und verfolgte sie nach seiner bekannten sorgfältigen und gründlichen Weise.[2])

---

[1]) Dieser Fisch dürfte sich übrigens noch sehr zu einer lohnenden histologischen Arbeit empfehlen. Sehr eigenthümlich, ganz von den übrigen Wirbelthieren abweichend sind z. B. die großen Zellen, welche die Substanz des Gehirns bilden.

[2]) Zuerst fand ich diese Bildung bei einem frischen Zitterrochen den 15. November 1846; sie schien mir aber so eigenthümlich, daß ich erst weitere Bestätigung abwarten wollte; worüber ich dann Ende December in's Reine kam. Ich theilte das Resultat der Königl. Societät der Wissenschaften in Göttingen unter dem 31. December 1846 mit. Die Vorlage erfolgte am 1. Februar 1847. Vergl. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissen-

4. Ich bin geneigt, vier Classen von Ganglien anzunehmen: 1) Spinalganglien, 2) Cerebrospinalganglien, 3) Visceralganglien, 4) Centralganglien. Die erste und zweite Classe könnte vielleicht auch in eine gemeinschaftliche zusammengestellt werden.

5. Die Beschreibung der Eigenthümlichkeiten dieser Ganglien bilden den Gegenstand der nachfolgenden Untersuchungen, welche fast ausschließlich am Zitterrochen angestellt sind, jedoch zum Theil auch bei Raja und Squalus, so daß ich annehmen darf, daß die beschriebene Anordnung mit geringen Modificationen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmend bei allen Wirbelthierklassen, so wie beim Menschen, besteht.

1. Spinalganglien.

6. Zur Fundamentaluntersuchung des Baues der Ganglien eignen sich am besten die an der hinteren Wurzel der Rückenmarksnerven gelegenen, von deren allgemeinen anatomischen Verhältnissen, die hier weiter nicht berücksichtigt werden sollen, Robin a. a. O. eine ganz naturgemäße Beschreibung geliefert hat.

7. Alle Spinalganglien zeigen ziemlich gleichmäßig dieselbe Bildung. Vom Rückenmark entspringt die hintere Wurzel Tab. I. Fig. 1. a; kurz darauf tritt dieselbe in das ansehnliche ovale Ganglion b; bei ihrem Austritt c ist sie etwas stärker geworden und verläuft dann noch eine ziemliche

---

schaften. Jahrgang 1847. Nro. 2. Februar 15. Ebenso übergab ich meinem Freunde, Prof. Canstatt, in Pisa eine kurze Darstellung, wozu, bei verzögerter Absendung, später noch ein Nachtrag kam. Vergl. Canstatt's und Eisenmann's Jahresbericht für 1846. Bd. I. S. 81. Durch Prof. Matteucci veranlaßt sandte ich eine Mittheilung an die Académie des sciences in Paris. Der Brief, vom 10. Februar 1847 aus Pisa datirt, an Herrn Flourens gerichtet, muß den entsprechenden Poststempel haben. Kurz darauf erhielt ich vom Institut Nro. 687 vom 3. März 1847, worin die Extraits inédits des procès verbaux der Société philomatique vom 13. Februar 1847 gegeben sind. Hier fand ich, daß Herr Robin dieselbe Entdeckung bei den Rückenmarksnervenganglien der Rochen gemacht hatte. Da ich vergebens auf den Abdruck meines Schreibens an Herrn Flourens in den Comptes rendus harrte, wendete ich mich an Herrn Milne Edwards Anfangs April, kurz vor meiner Abreise von Pisa, mit Hinweisung auf den Brief an Herrn Flourens; ich hatte einige Zeichnungen beigefügt. Herr Milne Edwards machte eine kurze Mittheilung an die Akademie am 5. Mai, und ließ meinen Brief nebst den Figuren im Märzheft der Annales des sciences naturelles abdrucken. Endlich erschien das an Herrn Flourens gerichtete Schreiben in dem Bericht der Sitzung vom 10. Mai, mit der Note: „Cette lettre écrite de Pise en date du 10 février n'est arrivée que cette semaine au Secrétariat de l'Institut.“ Herr Robin nahm von dem Schreiben, sowie von der ausgehobenen Stelle Notiz in seiner eben dadurch hervorgerufenen zweiten Mittheilung an die Société philomatique am 22. Mai 1847, vergl. Institut Nro. 699. Robin berührt hier seine von den meinigen nur in einem Punkte abweichenden Ansichten, und giebt zugleich eine Darstellung seiner Untersuchung der Visceralganglien. Die hier vorkommende ähnliche Structur der Ganglienzellen berührte ich in meinem Berichte an die Königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen unter dem 4. April l. J. Vergl. Nachrichten ꝛc. 1847. Nro. 5, und unter gleichem Datum in meinem Nachtrage zu der Schrift: Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847. Ich hasse solche Prioritätsrechtfertigungen; ich bin aber durch obige Note in den Comptes rendus dazu genöthigt. Das Schreiben an Herrn Flourens ging unter dem 10. Februar ab; am 24. verließ ich Pisa. Entweder ist daher der Brief von Pisa nach Paris mit der Post 3 Monate gelaufen, oder er blieb in Paris unbestellt, oder in der Wohnung des Herrn Flourens bis Anfang Mai liegen, obwohl auf der Adresse der Zusatz secrétaire perpétuel stand.

Strecke, ehe sie sich mit der vorderen Wurzel d zu dem gemeinsamen Nervenstamm e verbindet. Dieses Dickerwerden der Wurzel, sobald sie wieder aus dem Ganglion herauskommt, schien mir bei Torpedo vorzüglich davon herzurühren, daß die Scheiden der Primitivfasern in der Dicke etwas zunehmen, vielleicht auch davon, daß, wie es mir öfter schien, die Marksubstanz der Fibrillen selbst etwas im Durchmesser zunimmt, wie dies aus den mehr nur schematisch gehaltenen Figuren 2, 3 und 4 deutlich werden wird. Besonders auffallend werden diese Gegensätze des Durchmessers, wenn man das Präparat einige Zeit im Wasser liegen läßt, wie Fig. 4 darzustellen versucht wurde.

8. In der hinteren-Wurzel, sowohl ehe sie in's Ganglion eingetreten ist, a Fig. 1, als auch sobald sie bei c wieder heraustrat, finden sich an beiden Stellen in, wie es scheint, gleichem numerischen Verhältniß breite, mittelbreite und sehr sparsam, nur etwa $\frac{1}{20}$ ganz dünne Fasern. In der vorderen, nicht durch das Ganglion hindurchtretenden Wurzel d, Fig. 1, schienen mir die ganz schmalen Fasern noch sparsamer zu sein. Hier zählte ich auf 100 Primitivfasern nur 3 ganz schmale, während in den hinteren Wurzeln auf 100 etwa 5 bis 6 feine Fasern kamen.

9. Gleich auf den ersten Blick fällt es auf, daß die Zahl der Ganglienkörper oder Ganglienzellen außerordentlich viel größer ist, als die Zahl der mitteldicken und der dünnen Fasern zusammen, welche letzteren man bisher als sympathische oder trophische Fasern zu betrachten gewohnt war.

10. Ganz genaue Zählungen der einzelnen Elemente eines Ganglions sind schwierig auszuführen. Ich habe aber aus einer Reihe von Durchschnittszählungen gefunden, daß die Zahl der Primitivfasern, welche in ein Ganglion des mittleren Rückenmarksnerven eingehen, ungefähr 350 bis 400 beträgt. Eben so viele treten aus, und eben so viele zählte ich in der Substanz des Ganglions. Unter dieser Summe mögen etwa 25 ganz feine Fasern durchschnittlich vorkommen.

11. Ob diese Verhältnisse in allen Spinalganglien dieselben bleiben, kann ich nicht mit Sicherheit angeben; sie schienen mir ungefähr für alle Nervenwurzeln zu gelten, welche zum vorderen und mittleren Theile des **plexus brachialis** für die große Brustflosse gehören. Weiter nach hinten, gegen den Schwanz zu, z. B. im 26. Spinalnerven, glaubte ich etwas mehr dünne Fasern zu finden.

12. Die ganglιösen Anschwellungen werden fast ganz von den Ganglienkörpern oder Ganglienzellen gebildet. Diese sind leicht unter einander und im Zusammenhange mit ihren ein- und austretenden Fibrillen zu isoliren. Nur sparsam kommen Bindegewebefibrillen, ästig getheilt, aber wie es scheint keine Knötchenfasern vor. S. Fig. 7 und 8. Diese Zellgewebsfasern tragen bei ihrer geringen Menge nur wenig zur Verdickung bei. In ganz jungen Individuen von Torpedo ist aber das Zellgewebe häufiger und stärker entwickelt.

13. Bei ganz großen Torpedines sind die Ganglienzellen allerdings durchschnittlich etwas größer, als bei kleinen. Sonst sind die Verhältnisse dieselben. Ganz kleine Exemplare, Fötus mit Dottersack, habe ich mir diesmal leider nicht verschaffen können.

14. Untersucht man den ganzen Inhalt eines Ganglions, so zeigen sich mancherlei verschiedene Verhältnisse in der Größe und Form der einzelnen Ganglienzellen. Dies werden die Figuren 7 bis 15 verdeutlichen, welche Darstellungen aus dem Ganglion des zweiten Nerven des **plexus**

brachialis von einem einen Fuß langen männlichen Zitterrochen geben. Die Mehrzahl zeigt sich, wie Fig. 7, ziemlich kugelförmig, besteht, wie alle übrigen, aus einer Hülle a, deren Durchmesser, wie der bei der geplatzten und entleerten Zelle, Fig. 12, durch eine doppelte Contur deutlich wird. Sie ist inwendig gleichmäßig mit feinkörnigem Inhalt b gefüllt, und hat in der Mitte einen hellen Kern c mit einem einfachen, seltener doppelten Kernkörperchen. Ist der Inhalt entleert, Fig. 13, so bildet derselbe gleichwohl eine meist zusammenhängende Masse, und man glaubt wahrzunehmen, daß die sehr kleinen dunkeln Molekeln von einem zähen, ganz durchsichtigen Bindemittel zusammengehalten werden. Die Hülle a schlägt sich über die an beiden Polen entspringenden Primitivfasern d und e weg, indem sie, zugleich sich verdünnend, in deren äußere Scheide übergeht. In der Mehrzahl der Fälle ist weder das Mark ff mit seinen doppelten Conturen in die Zelle, noch der körnige Inhalt der Zelle b in die Markfaser zu verfolgen. Es ist zwischen beiden aber eine etwas unbestimmte Grenze, indem bei gg die doppelten Conturen des Marks aufhören, und doch der Inhalt durchsichtig bleibt, ehe noch der körnige Inhalt der Zelle selbst erscheint. Manchmal aber gehen einzelne körnige Parthien, ganz dem Inhalt der Zelle gleich, aus der Höhle derselben in den Anfang der Primitivfaser, wie Fig. 8. a, über. Es ist sehr schwer zu sagen, ob dies ein natürliches Verhältniß ist, oder ob der hier nie ganz zu vermeidende Druck, die Veränderung, welche man bei der Manipulation der Zerfaserung der Zelle veranlaßt, dasselbe bedingt. Manche von diesen großen Zellen sind, wie Fig. 8, oval, im Uebrigen aber ganz wie die runden Zellen, Fig. 7, gebaut. Wird eine solche Zelle entleert, Fig. 12, so tritt oft der ganze Inhalt b heraus; die Zellenmembran wird dann durchsichtig, ohne daß man im Innern eine Epithelialstructur oder eine besondere Zeichnung der Innenwand wahrnimmt. Im Gegensatz gegen diese vorwaltend vorkommenden großen Zellen erscheinen auch andere, welche um die Hälfte bis auf das Doppelte kleiner sind, meist eine eirunde Gestalt und allerdings eine etwas andere Physiognomie haben. Eine solche Zelle ist Fig. 10 dargestellt. Es sind dies offenbar die zweite Classe von Zellen, welche Robin als petits globules ganglionaires unterscheiden zu müssen glaubt, im Gegensatze zu den gros globules ganglionaires. Von diesen entspringen in der Regel ganz feine Fasern; zuweilen aber entspringt von der einen Seite eine feine, von der anderen eine dickere Faser; der körnige Inhalt erstreckt sich in der Regel etwas weiter in den Fibrillen, welche übrigens auch bald nach ihrem Ursprunge, bei a Fig. 10, eine doppelte Contur wahrnehmen lassen. Auf 20 bis 30 größere und mittelgroße Zellen kommt etwa eine solche kleine. Eine mittelgroße Zelle, wo der Inhalt sehr unscheinbar war, sieht man Fig. 11. Dazwischen kommen aber auch, freilich sehr sparsam, kaum beträchtlich größere, ganz runde Zellen, wie Fig. 9, vor, welche ganz wie die großen runden Zellen (Fig. 7) constituirt sind. Hier in der gegebenen Figur hat, wie öfter, der Kern c zwei Kernkörperchen. Die von der Ganglienzelle entspringenden Fibrillen d und e konnten hier sehr weit verfolgt werden, waren ziemlich gleich dick und gehörten zu den feineren, wenn auch nicht feinsten Fasern. In Fig. 15 ist eine solche mittelfeine, in Fig. 14 eine breite Faser aus diesem Ganglion besonders dargestellt.

15. Untersucht man dasselbe Ganglion aus einem nur 9 Zoll langen weiblichen Zitterrochen, so kommen so ziemlich dieselben Verhältnisse vor,

wie aus den Figuren 16 bis 20 ersichtlich ist. Man findet eine beträchtliche Anzahl großer Zellen, von denen die größten, wie die Fig. 16 dargestellte, mit zwei Kernkörperchen im Nucleus, gleich Fig. 9, versehene, $\frac{1}{20}$ Linie und darüber messen. Diese Zellen geben auf beiden Seiten gleich starke Primitivfasern ab. Andere runde Zellen, Fig. 17, sind kleiner, messen $\frac{1}{35}$ Linie mit ähnlichen verhältnißmäßig dünnen Fibrillen. Man sieht bei x, wo die eine Faser abgerissen ist, den Austritt des körnigen Inhalts. Aehnlich verhalten sich die noch kleineren, mehr ovalen Zellen, Fig. 18 und 19, welche ziemlich zahlreich sind im Verhältniß zu den sehr sparsamen, allerkleinsten, Fig. 20, die nur $\frac{1}{80}$ Linie messen und allerdings sehr feine Fibrillen abgeben. Auch bei diesem Exemplar von Zitterrochen vermißte ich jene eigenthümliche Zellenschicht, welche als Innenlage an den Wänden der Ganglienzellen des nachfolgenden Individuums vorkam.

16. Zuweilen sieht man, wie z. B. bei den meisten Ganglienkörpern aus der Gruppe Fig. 21 bis 26[1]), welche dem Spinalganglion eines sehr großen, ausgewachsenen Zitterrochens entnommen sind, eine eigenthümliche Bildung. Bei vielen, nicht allen, Ganglienzellen erscheinen auf der Innenfläche der Zellenwand helle, kreisrunde Zellchen mit einem centralen Kern in einem jeden, z. B. Fig. 21 und 28. Diese Zellen haben das Eigenthümliche, daß sie nicht, wie die Epithelialzellen, ganz aneinanderstoßen und durch ihre Berührung eckig werden, auch daß sie nur eine ganz einfache Schicht zu bilden scheinen. Diese kreisrunden Gebilde erscheinen vorzüglich deutlich durch Imbibition, sobald die Präparate etwas unter Wasser gelegen haben. Setzt man Essigsäure hinzu, so scheinen die zarten Zellenmembranen aufgelöst zu werden, und ein solches Ganglienkörperchen erscheint dann, wie Fig. 23; nach längerer Einwirkung verdünnter Essigsäure bleiben zuletzt blos die Körner übrig, welche nun um so dunkler und schärfer hervortreten, wie in Fig. 26. Bei manchen Ganglienkörpern fehlen diese Bildungen, oder sind doch undeutlich, zeigen sich zuweilen nur als Kernanlagen, wie Fig. 26. a, so namentlich in der Regel in den kleinsten, immer sehr sparsamen, ovalen Zellen, Fig. 26. b. Im ausgedrückten Zelleninhalt (Fig. 13) habe ich diese Zellchen nie mehr wahrnehmen können. Was die Faserursprünge betrifft, so gehen von den kleinen, ovalen Zellen allerdings meist feine Fasern aus, welche erst im Verlaufe den genuinen Charakter aller Primitivfasern annehmen. Bei ihrem Ursprunge zeigen sie meist einen mehr feingranulirten Inhalt, der aber im weiteren Verlauf zum ächten Nervenmark wird. Zuweilen aber geht nach der einen Seite, wie in Fig. 22, eine feine Fibrille bei a, nach der andern Seite bei b aber eine breite Faser ab.

17. Wie schon oben bemerkt, scheinen in manchen Spinalganglien die kleinen, ovalen Ganglienzellen und die feinen Fasern häufiger vorzukommen, wie z. B. im 26. Spinalganglion von Torpedo. Neben ganz großen Zellen kommen deren sehr kleine, Fig. 27, vor, aus denen ganz feine Fibrillen entspringen; andere etwas größere, aus denen auf der einen Seite eine ganz feine Fibrille, auf der andern Seite eine oft mehr als doppelt so starke entspringt, Fig. 28 und 29, und zwar kommt bald die

---

[1]) Ich habe in den citirten Figuren nur die mittelgroßen und vorzugsweise ovalen Ganglienkörper dargestellt; die größten, welche ich fand, habe ich in den Abbildungen weggelassen.

dicke vom Rückenmark und die dünne geht nach der Peripherie, wie Fig. 29, oder es ist umgekehrt der Fall.

18. In seltenen Fällen, z. B. einmal am 3. Spinalganglion, gelang es, das sonst erst außerhalb der Zellenhöhle in den Fibrillen erscheinende Mark in dieselbe hereinragen zu sehen, wie Fig. 31[1]), oder es hörte in beiden Fibrillen stumpf zugespitzt auf, wie Fig. 30.

19. Bei Torpedo und den übrigen Plagiostomen gehört, was kaum weiter bemerkt zu werden braucht, die Ganglienbildung durchaus der sensiblen Wurzel an, wie beim Frosch und allen Wirbelthieren. Sehr gut lassen sich übrigens bei lebenden oder frischgetödteten Thieren die bekannten Experimente zur Erhärtung des Bell'schen Lehrsatzes wiederholen. Da das Ganglion Fig. 1, b, ziemlich in der Mitte der sensiblen Wurzel liegt, nicht wie beim Frosch ganz am peripherischen Ende, wo dieses mit der vorderen Wurzel sich vereinigt, so kann man mechanische, galvanische ꝛc. Reizungsversuche am centralen Ende der Wurzel a, ehe selbe in's Ganglion eintritt, oder am peripherischen in c, nach dem Austritte aus dem Ganglion machen. Der Erfolg ist immer der gleiche, nie tritt Muskelzuckung auf, welche sich immer bei Reizung der vorderen Wurzel einstellt.

20. Nachdem ich die mir eigenthümlichen Beobachtungen gegeben habe, will ich gedrängt zusammenstellen, was Robin a. a. O. über die Structur der Spinalganglien der Rochen mitgetheilt hat. Robin unterscheidet in der hinteren Wurzel zweierlei Fasern, breite und dünne. Letztere sieht er, im Gegensatz gegen Kölliker, als eine besondere Ordnung von Nervenröhren an. Die dünnen Röhren oder Fibern haben zwar die doppelten Conturen; diese fehlen aber und machen mehr einem feinkörnigen Inhalt an den sehr verengten Stellen der Fasern Platz. Die vordere Wurzel wird nur von breiten Röhren oder Fasern zusammengesetzt. In den hinteren Wurzeln bilden die dünnen Fasern selbst kleine Bündel. Der Nerv, welcher aus der Verbindung beider Wurzeln hervorgeht, zeigt auch Fasern beider Ordnungen, d. h. breite und schmale. Um die breiten Fasern sieht man Zellgewebsfasern verlaufen, welche jene mit ihren benachbarten Nervenfasern verbinden. Dieses Zellgewebe ist vielleicht etwas häufiger in den Ganglien, welche Anschwellungen sonst ganz von der Anhäufung der Ganglienzellen oder Ganglienkörper herrühren. Die Ganglienzellen bilden zweierlei scharf geschiedene Arten. Jede Art von Ganglienzelle oder Ganglienkörper entspricht einer der beiden Ordnungen der Nervenfasern. Jede Nervenprimitivfaser ist in Verbindung mit einer bestimmten Art von Ganglienkörpern. Von diesen Ganglienkörpern sind die einen immer dicker, sphärischer u. s. w., und diese Form ist in Verbindung mit den breiten Fasern. Die andern Ganglienkörper sind kleiner, gewöhnlich länglich eirund, selten sphärisch u. s. w. Sie sind immer in Verbindung mit den feinen Fasern. Es giebt also 1) große Ganglienkugeln, welche den breiten Fasern entsprechen, 2) kleine Ganglienkugeln, welche den dünnen oder feinen Fasern entsprechen. Niemals sind die breiten Fasern in Verbindung mit den kleinen Ganglienkörpern und umgekehrt. Die ersteren sind die

---

[1]) Wie dies auch der Fall war bei der Fibrille Fig. VI, a, in meiner Schrift: Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven. Leipzig 1847. — Ebendaselbst ist eine Ganglienzelle dargestellt, Fig. VI, g, wo ein Stück Nervenmark innen zu liegen schien. Wahrscheinlich habe ich mich hier getäuscht und etwas Abnormes dafür angesehen. Es kam mir diese Erscheinung nicht mehr vor.

sensitiven, die anderen die nutritiven oder sympathischen Fasern. Robin beschreibt nun die beiden Classen von Ganglienkörpern genauer: A. Die großen Kugeln sind sphärisch, öfter abgeplattet an beiden entgegengesetzten Polen, so daß der Durchmesser des einen Endes oft um ein Drittheil bis ein Viertheil kleiner ist, als der des anderen. Sie messen durchschnittlich 0mm,120, so daß man sie mit bloßem Auge wahrnehmen kann. Man bemerkt an diesen Ganglienkörpern: 1) Zwei parallele Linien, welche die 0mm,015 dicke Hülle andeuten. 2) Eine Lage hyaliner, durchsichtiger Zellen, ohne Kerne, ganz rund, ohne sich wechselseitig zusammenzudrängen, nach Art des Epitheliums und von 0mm,016 bis 0mm,025. Man kann durch geeignetes Verfahren zeigen, daß sie an der inneren Fläche der Hülle ansitzen, zwischen derselben und dem Inhalte. 3) Eine feinkörnige Masse füllt die Ganglienkugel aus; sie ist graugelb, wird durch Alkohol dunkler und zieht sich mehr zusammen; Essigsäure macht sie durchsichtiger. Zerreißt die äußere Membran, so tritt der Inhalt vollständig aus, ohne sich auszubreiten oder zu zerfließen, sondern indem er seine Gestalt bewahrt, ohne daß er eine besondere Membran zeigt. 4) Im Mittelpunkt oder mehr oder weniger gegen den Umfang sieht man sphärische oder eirunde Zellen, mit scharfen Rändern, deren Inhalt klar und durchsichtig ist und einen, zuweilen auch zwei oder drei Kerne einschließt. Zuweilen sind einige Granulationen um den Kern angehäuft. Von beiden einander entgegengesetzten Polen entspringen Primitivfasern. Ehe sich eine Fibrille in eine Ganglienkugel einsenkt, verengert sich der Kanal jeder Röhre um mehr als die Hälfte und während einer ziemlich beträchtlichen Länge, um in die Höhle der Ganglienkugel einzutreten, und breitet sich trichterförmig aus, da, wo er einmündet. Oefters sieht man den Inhalt von einer oder zwei Nervenröhren, flüssiger und dunkler gefärbt, als derjenige der Ganglienzellen, in das Innere derselben eindringen. Zuweilen läßt die Hülle der Zelle umgekehrt ihren Inhalt in die Nervenröhre dringen. In keinem Falle communicirt die Nervenröhre mit der Centralzelle (Kern der Ganglienzelle), wie Harleß es sagt und abbildet.[1]) Die innere Fläche der Nervenröhre geht unmittelbar in die der Ganglienzelle über. Den übrigen Raum zwischen beiden füllt der Inhalt der Zelle aus. B. Die zweite Classe, die kleinen Ganglienkugeln, sind eiförmig, mehr oder weniger regelmäßig, zuweilen fast sphärisch oder birnförmig. Sie sind immer kleiner, als die vorher beschriebenen Ganglienkörper; sie messen 0mm,116 bis 0mm,080 in der Länge, mit 0mm,060 bis 0mm,070 in der Breite. Sie zeigen von der Peripherie gegen den Mittelpunkt: 1) Eine sehr dünne Umhüllungsmembran, deren doppelte Contour zuweilen in eine einzige, dicke, dunkle Contour zusammenfließt. Diese Membran ist amorph, durchsichtig, zuweilen auf ihrer Oberfläche mit Zellgewebsfasern durchsetzt. 2) Eine Lage heller, durchsichtiger, scharfrandiger, sphärischer, 0mm,016 bis 0mm,020 großen Zellen, alle mit einem Centralkern versehen. Läßt man den Inhalt durch Alkohol sich zusammenziehen, so sieht man, daß sich diese Zellen nicht so wechselseitig drängen, wie die Epithelialzellen, obwohl sie auf der Innenfläche der Umhüllungsmembran eine besondere Lage bilden. 3) Der Inhalt dieser Ganglienkörper läßt sich im frischen Zustande nicht erkennen; er wird durch die vorhin beschriebene Zellenlage verdeckt. Aber

[1]) E. E. Harleß Abhandlung in Müller's Archiv. 1846.

Alkohol macht ihn gelblich durchscheinend und körnig. 4) Im oder nahe am Mittelpunkt sieht man eine sphärische oder eirunde Zelle mit scharfen Rändern, fast ganz ähnlich, wie die der anderen größeren Ganglienkugeln. Sie schließt öfter einen feinkörnigen Inhalt ein; man sieht sie nicht in allen Zellen. Von den Polen der langen Axe entspringen Nervenprimitivröhren, eine von jedem Ende. Die kleinen Ganglienzellen bilden Gruppen zu 4 und 8, und die großen, welche ein wenig zahlreicher sind, bilden dagegen von ihrer Seite Haufen von 6 bis 10 ungefähr. Die dünnen Fasern, welche von den kleinen Ganglienkugeln entspringen, verbinden sich bald zu engen Bündeln. Ein Ganglion entsteht aus einer Anhäufung von den vorhin beschriebenen Kugeln in einem engen Raum.

21. Vergleicht man die eben gegebenen Beschreibungen Robin's mit meinen oben durch die entsprechenden Figuren erläuterten, so wird sich leicht ergeben, daß wir in sehr vielen Punkten übereinstimmen. Kleinere Abweichungen lassen sich vielleicht aus den verschiedenen Species von Thieren ableiten, die wir zum Vorwurfe unserer Untersuchungen gewählt haben. Uebrigens fand auch Robin, wie ich, daß bei anderen Thierclassen die Bildungen ebenso sind, nur wegen des umhüllenden Zellgewebes viel schwerer wahrzunehmen. Nach Robin eignen sich hiezu auch Vögel, wo ich zu wenig entscheidenden Resultaten kam. Die Hauptdifferenzen zwischen Robin und mir möchten nur folgende sein — wobei ich allein die Rückenmarksnerven und Ganglien vor Augen habe:

a. Nach Robin kommen feine Fasern nur in der hinteren Wurzel, in der vorderen nur breite vor, während ich feine, nur etwas sparsamer, auch in der vorderen Wurzel fand. Vergl. §. 8.

b. Robin statuirt zwei scharf gesonderte Classen von Ganglienkörpern, während ich Mittelformen und Uebergänge annehme, obwohl allerdings die ganz feinen Fasern mit den kleinen Zellen, wie die großen Zellen mit den breiten Fasern, in der Regel im Zusammenhange stehen, und physiognomische Unterschiede vorhanden sind, welche einigermaßen, wenn auch nicht so strenge, Robin's Ansichten rechtfertigen. Vergl. §. 14—17.

2. Cerebrospinalganglien.

22. Cerebrospinalganglien nenne ich diejenigen, welche an der Wurzel oder im Verlaufe der peripherischen Ausbreitung der Hirnnerven vorkommen, ohne in das Gehirn selbst eingesenkt zu sein, oder im nahen anatomischen Zusammenhang mit einem Brust- oder Baucheingeweide zu stehen. So gehören hieher die Ganglien an der Wurzel des Trigeminus und an seinen Aesten; die Kiemenganglien des Vagus, aber nicht das Ganglion gastricum am Magenzweig des Vagus, das bei Torpedo am Uebergang der Speiseröhre in den Magen liegt. Dies ist ein Visceralganglion.

23. Unter den Cerebrospinalganglien habe ich nur das Wurzelganglion des N. trigeminus (Ganglion Gasseri), die Kiemennervenganglien und die im oberen Drittheile des Seitennerven eingelegten Ganglienmassen bei Torpedo, zum Theil auch bei Raja und Squalus, genauer untersucht. Die Anordnung der Elemente ist sehr übereinstimmend mit derjenigen der Spinalganglien, und da ich von den genannten Hirnnervenganglien theilweise schon früher Abbildungen in meiner mehrfach citirten Schrift gegeben habe[1]), so wollte ich hier keine weiteren bildlichen Darstellungen aufnehmen.

[1]) Neue Untersuchungen u. s. w. Fig. VI.

24. Das starke Ganglion der großen Wurzel des N. trigeminus enthält eine sehr große Menge Ganglienzellen. Die zu denselben eintretenden Primitivfasern sind vorwaltend breite. Viel sparsamer sind die ganz feinen, aber auch immer mit doppelter Contour (bei starken Vergrößerungen) erscheinenden Fasern. Dasselbe gilt von den Ganglienzellen. Es kommen meist große, rundliche, darunter aber auch zwei- bis dreifach kleinere, im Ganzen zwischen $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{50}$ Linie messende Ganglienkörper vor. Die meisten messen $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{30}$ Linie. Bei manchen Individuen sind mehr, bei anderen weniger Zellgewebsfasern vorhanden. Das Zellgewebe besteht hier aus nicht selten starken, verästelten Fibrillen. Knötchenfibrillen kommen gar nicht, oder in sehr geringer Menge vor. Die strenge Nachweisung des numerischen Verhältnisses der Fasern und Zellen nach ihren Durchmessern war ihrer Menge wegen nicht herzustellen. Im ramus primus nervi trigemini fanden sich ziemlich viele breite und mitteldünne Fasern von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{250}$ Linie im Durchmesser, und bildeten die Mehrzahl, während im ramus electricus trigemini, der am Ganglion vorbeistreicht, die Fibrillen alle sehr stark sind und zwischen $\frac{1}{125}$ und $\frac{1}{175}$ Linie oscilliren, im Mittel etwa $\frac{1}{150}$ Linie messen, ohne daß mitteldünne oder ganz dünne Fasern weiter von mir bemerkt worden wären. Ohne mit derselben Wahrscheinlichkeit, wie in den Spinalganglien, eine genaue numerische Uebereinstimmung zwischen eintretenden, austretenden Fasern und Ganglienzellen angeben zu können, habe ich doch wenigstens keine durchsetzenden Fasern gefunden, und jede untersuchte Zelle hatte die beiden Faserursprünge an den beiden Polen gegen Peripherie und Centrum.

25. Die aus dem N. vagus heraustretenden und zu den Kiemen verlaufenden Nerven schwellen alle kurz nach ihrem Austritte aus dem Wurzelstamm des Vagus zu kleinen, aber im Verhältnisse zu ihren Wurzeln sehr dicken Ganglien an. Ich habe sie bei Raja, Torpedo und Squalus untersucht. Die Dicke des Ganglions wird hier nicht in dem Maße, wie bei den Spinalganglien, fast ausschließlich durch die Anhäufung der Ganglienzellen bewirkt, sondern es nehmen auch hier mehr zellgewebige Elemente Theil, die sich besonders reichlich bei den Hayfischen finden. Doch ist die Zahl der Ganglienzellen so beträchtlich, daß sie der Zahl der ein- und austretenden Primitivfasern zu entsprechen scheinen. Es gelingt hier nicht so gut, wie in den Spinalganglien, die Ganglienmasse zu zerfasern und jede einzelne Faser zu ihrer Zelle zu verfolgen. Indeß kommen unzweifelhaft breite und schmale Fasern gemischt vor, und ebenso sind die Ganglienkörper von verschiedener Größe; unter ihnen befinden sich ziemlich viele kleine, rundliche und ovale. In den elektrischen Zweigen des Vagus, welche nur als zufällig demselben aggregirt zu betrachten sind (vergl. später §. 73), und die sonst keine Ganglien haben, als die Centralganglien oder Hirnlappen, aus denen sie unmittelbar entspringen, sind alle Primitivfasern sehr breit und werden von einer sehr dicken Hülle umgeben.[1]) Sie messen kurz nach ihrem Ursprunge $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{200}$ Linie, nehmen aber selbst in ihrer Marksubstanz an Dicke allmählig so zu, daß sie zwischen den Säulen des elektrischen Organs angelangt nur $\frac{1}{100}$ Linie messen.

26. Die Seitennerven habe ich nur einmal bei einem Hayfische genauer untersucht. Hier zeigt der vom N. vagus entspringende N. lateralis

---

[1]) Vergl. die angeführte Schrift, Fig. II.

keine äußere Anschwellung, wohl aber kommen in seinem ersten Drittheile eingestreute Gruppen von Ganglien vor, welche durch kleine Zwischenräume, in denen man bloße Fasern wahrnimmt, von einander getrennt werden. Unter den Primitivfasern kommen hier im Seitennerv sehr ansehnlich dicke von $\frac{1}{150}$, selbst von $\frac{1}{100}$ Linie vor, welche also im Durchmesser denen im elektrischen Organe gleichen. Zwischen denselben zeigen sich aber auch zahlreich feinere von $\frac{1}{250}$ bis $\frac{1}{300}$ Linie und darunter, also feine und mittelfeine. Beim Torpedo fand ich eigentlich noch mehr, ja sehr viele schmale Fasern von $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{350}$ Linie Dicke zwischen dickeren Fasern von $\frac{1}{200}$ Linie Dicke. Dasselbe gilt auch bei Squalus von den Ganglienzellen, wo ich sehr große, runde und ovale von $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{18}$ Linie sah, aus denen dann in der Regel entsprechend breite Fasern entspringen, und viele kleinere, meist eirunde Ganglienkörper von $\frac{1}{40}$ Linie mit feinen Faserursprüngen. Der Seitennerv läßt sich sehr leicht zerfasern, besonders wenn man ihn in kleine Querstücke theilt, diese mit Wasser benetzt und dann mit Nadeln theilt. Hier scheinen überhaupt viel mehr Fibrillen als Ganglienzellen vorhanden, so daß offenbar viele Primitivfasern im Systeme des Seitennerven verlaufen, ohne eine Combination mit Ganglienzellen einzugehen. Wo aber eine solche stattfindet, entspringen immer, wie sonst, zwei Fasern, eine nach dem Centrum, die andere nach der Peripherie verlaufend, wie denn alle aus- und eintretenden Fasern nach der Längenrichtung des Nervenstammes verlaufen.

27. Etwas Analoges kommt bei den Hirnnerven des Frosches vor. Hier finden sich einzelne Zweige von Cerebrospinalnerven, in denen zuweilen solche einzelne Ganglienkörper eingebettet sind, von denen ich zwar nicht den doppelten Faserursprung gesehen habe, welcher aber der Analogie nach zu vermuthen ist.

28. Was die physiologischen Verhältnisse der Cerebrospinalnerven betrifft, so hat man bekanntlich bis in die neueste Zeit darüber eine verschiedene Meinung gehabt, ob die mit Ganglien versehenen Wurzeln der Hirnnerven rein sensibel oder gemischt seien. Ich glaubte immer, daß wir es da, wo alle Primitivfasern mit Ganglienkörpern, wie in den Rückenmarksnerven, in Verbindung stehen, mit rein sensiblen Nerven zu thun haben. Dies scheint der Fall auch bei den meisten Cerebrospinalganglien von Torpedo, so namentlich beim Ganglion Gasseri zu sein. Dagegen war es mir merkwürdig, in einem Falle auf jedesmalige Reizung der Kiemenganglien und Kiemennerven deutliche und starke Contractionen in den Kiemenmuskeln wahrzunehmen.

3. Visceralganglien.

29. Alle diejenigen Ganglien, aus denen Zweige zu den Organen der Athmung, des Kreislaufs, den Chymifications- und Chylificationsorganen, sowie den Sekretions- und Geschlechtswerkzeugen gehen, nenne ich Visceralganglien. Auch die in der Scheidewand des Herzens vorkommenden Anhäufungen von ziemlich zerstreuten und incohärenten Ganglienzellen rechne ich hieher. Die Visceralganglien gehören nicht allein dem gemeiniglich zum System des N. sympathicus gehörigen Gebiete an, sondern dehnen sich auch auf andere Nerven, wie z. B. gewiß und namentlich sehr ausgedehnt bei den niederen Wirbelthieren auf das Gebiet des Vagus, sowie des Trigeminus aus. Wahrscheinlich gehören das Ganglion ciliare, oticum, maxillare inferius hieher.

30. Bei Torpedo und Raja kommen solche Ganglienanhäufungen an verschiedenen Stellen im Unterleibe vor, welche sich ebenfalls sehr gut zur Untersuchung eignen, obwohl ihre Analyse viel schwieriger ist, als die der Cerebrospinalganglien und besonders der Spinalganglien. Die dem Gebiete des Vagus angehörigen, wie das ansehnliche G. gastricum am Anfang des Magens, oder die dem Sympathicus zukommenden, wie z. B. das an der unteren Hohlvene bei ihrer Einmündung in den großen Vorsinus des Herzens, verhalten sich im Wesentlichen gleich. An letzterem hat Robin seine neueren Untersuchungen [1]), an ersterem habe ich vorzüglich die meinigen angestellt.

31. Charakteristisch für alle Visceralganglien ist der Umstand, daß die in sie ein- und austretenden Zweige außerordentlich viel mehr feine als breite Primitivfasern enthalten. Während z. B. in den Spinalganglien der genannten Fische nur $\frac{1}{5}$ ganz feine Fasern vorkommen, enthalten die Visceralganglien ungefähr $\frac{3}{5}$ ganz feine, $\frac{2}{5}$ mittelfeine und nur $\frac{1}{5}$ ungefähr ganz breite Fibrillen. Dies sind jedoch nur mittlere und allgemeine Angaben über die numerischen Verhältnisse, welche sonst variiren und zwar zu Gunsten des Vorwaltens der feinen Fasern, welche in einzelnen Ganglienanhäufungen auch $\frac{4}{5}$, ja bis zu $\frac{9}{10}$ und mehr betragen können.

32. Dasselbe gilt auch von den feineren Nervenzweigen der Organe im Unterleib, welche zwischen dem Zellgewebe verlaufen. So z. B. zeigten bei Torpedo die Nervenästchen, welche im Zellgewebe der Nieren vorkommen, Verhältnisse, wie sie in Fig. 32 darzustellen versucht wurden. Auf zwei ziemlich starke Fasern a und b kam nur eine mittelfeine c und sieben dünne. Die Gruppe Fig. 33 zeigt aus den Wandungen des vas defereus vier feine Fasern und eine grobe. Einzelne sehr starke Fasern, denen im elektrischen Organe gleich oder fast gleichkommend im Durchmesser, fand ich in den zu den Eileitern tretenden Zweigen Fig. 34; sie maßen $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{200}$ Linie. Der ansehnliche Zweig des Vagus zum Magen enthält, da, wo er in das Ganglion ausstrahlt, Fig. 36, und anderwärts sehr viele ganz feine Fibrillen von $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$, ja selbst $\frac{1}{500}$ Linie im Durchmesser, neben viel dickeren von $\frac{1}{200}$ und selbst $\frac{1}{150}$ Linie. Diese Gradationen im Durchmesser der Fibrillen aus einem solchen Vaguszweig sind in Fig. 35 dargestellt; in a sieht man eine sehr starke, fast $\frac{1}{100}$ Linie dicke Fibrille aus einem willkürlichen Muskel zum Vergleich; b, c, d, e sind Fibrillen von $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$ und $\frac{1}{500}$ Linie in der Dicke, und c zeigt zugleich die Varikositäten, die man nicht selten an diesen Fibrillen wahrnimmt.

33. Eigenthümliche Unterschiede in der Struktur des Marks zwischen dicken und feinen Fasern konnte ich nicht wahrnehmen. Sind die Fibrillen gut erhalten und wendet man eine klare und hinreichend starke Vergrößerung an, so wird man auch in den feinsten Fasern die in Folge leichter Alteration des Nervenmarks so allgemein und charakteristisch vorkommenden doppelten Contouren nicht vermissen.

34. Zahlreiches, einfaches, ästig getheiltes Zellgewebe begleitet stets die Nervenfibrillen im Unterleib, giebt an die einzelnen Primitivfasern verhältnißmäßig starke Scheiden, und verbindet dieselben wieder so dicht, daß sie schwer auseinander zu fasern sind. Das Zellgewebe bildet ein förmliches Stroma, ein Lager, in welches die Fasern bündelweise oder

---

[1]) Robin l'Institut nro. 699. 26. Mai 1847.

einzeln eingebettet sind. Es ist deshalb auch schwierig, eine einzelne Faser weit zu verfolgen.

35. Zur Darstellung der Structur der Ganglien wähle ich das leichtzugängliche, eine schärfere microscopische Analyse vorzüglich gut gestattende, ansehnliche, aus zwei Lappen bestehende Ganglion gastricum. In demselben kommen neben den Primitivfasern von verschiedenem Durchmesser, Fig. 37, a und b, Knötchenfibrillen und feine Zellgewebsfasern c, c vor. Außerdem aber wird das Ganglion noch zum großen Theile zusammengesetzt aus einer Schicht von blassen, $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{400}$ Linie großen Körnern d, d, d, welche den Charakter von Zellenkernen haben, eine granulirte Oberfläche oder fein molukelare Substanz zeigen, mit Essigsäure behandelt dunklere Contouren bekommen, und zuweilen sehr dunkle und kleine Kernkörperchen wahrnehmen lassen. Diese Kerne oder Körner stehen in ziemlichen Distanzen von einander, welche zuweilen ihren ganzen oder halben Durchmesser betragen, sind zugleich mit den Primitivfasern und Zellgewebsfasern eingebettet in ein sehr feinkörniges Lager einer amorphen Substanz, welche aus höchst feinen Molekeln besteht, e, e, e, e; eine feinkörnige Masse, wie sie auch in den Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien, eingeschlossen von deren Hülle, vorkommt.

36. In dem Ganglion gastricum giebt es übrigens Parthien, wo das ebenbeschriebene Körnerlager inselartig separirte Abtheilungen bildet, Fig. 38, a, ohne daß Nervenfasern durchsetzen oder Ganglienzellen eingebettet sind. Ebenso kommen aber auch wirklich durchsetzende, meist aus ganz feinen Primitivfasern gebildete Nervenzweige, Fig. 38, b, vor; während nebenan zugleich in c wieder Gruppen engverbundener, durch Zellgewebs- und Knötchenfibrillen verfilzter Ganglienzellen c auftraten, welche auf den ersten Blick, nicht so, wie alle Ganglienkörper höherer Wirbelthiere, mit Primitivfasern im continuirlicher Zusammenhange stehen.

37. Isolirt man diese Ganglienzellen durch Zerreißung mit feinen Nadeln, so geschieht es sehr leicht, daß die von ihnen entspringenden Fasern, wie bei den übrigen Wirbelthieren, abreißen, und daß man sie ohne Connex mit denselben glaubt. Jede einzelne Ganglienzelle erscheint umgeben von einer Lage von Knötchenfibrillen, wie in Fig. 40, a, welche man zum Theil lösen kann, wenn man, Fig. 40, b, Essigsäure anwendet, worauf die Kerne der Knötchenfibrillen dunklere Contouren bekommen. Zuweilen gelingt es auch, die Zelle, wie in Fig. 40, c, ganz frei wahrzunehmen, und nebenan die durch die Einwirkung der Essigsäure ebenfalls mit starken, dunkeln Contouren versehenen Kerne des Körnerlagers d, d.

38. Bei einiger Geduld ist man jedoch auch hier im Stande, die Ganglienzellen mit den an beiden Enden entspringenden Primitivfasern deutlich wahrzunehmen. Sie sind von verschiedener Größe, wie z. B. g, Fig. 40, $\frac{1}{35}$ Linie im langen Durchmesser maß, und ziemlich breite Fasern entließ, während f und e viel kleiner waren. Es kamen einzelne Ganglienzellen vor, welche nur $\frac{1}{80}$ Linie im Durchmesser hatten. Die abgehenden Fasern zeigen immer in ihren Anfängen eine ähnliche feinkörnige Substanz, wie der Inhalt der Ganglienzellen. Es wird übrigens schwer sein, anzugeben, wie weit dies der zum Isoliren nothwendigen Manipulation zuzuschreiben ist, weil hiebei immer Druck, Imbibition u. s. w. einwirken, oder inwieferne wirklich dieses Aussehen natürlich ist.

39. Bei großer Aufmerksamkeit aber gelingt es zuweilen, die an beiden Polen, ganz wie bei den Spinalganglien, entspringenden Fasern

auch eine größere Strecke weit zu verfolgen, und den Inhalt, wie bei Fig. 39, a, so zu erhalten, daß das durchsichtige Mark mit den doppelten Contouren auf das Deutlichste erkannt werden kann.

40. Auch die Kernzelle, mit einem oder zwei Kernkörperchen, Fig. 39 und 40, a, b, c, ist bei vielen solchen Ganglienzellen deutlich, bei anderen, besonders den kleinsten, ist der Kern aber oft nur undeutlich oder gar nicht aufzufinden.

41. Die in den Visceralganglien vorkommenden Ganglienzellen sind allerdings meist oval, zuweilen aber auch rundlich, wie Fig. 39, b. Was die numerischen Verhältnisse betrifft, so sind hier die kleinen Ganglienzellen allerdings vorherrschend, und dieselben messen, wie Fig. 39, b und c, von $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{75}$ Linie. Aber auch viele mittelgroße und selbst große finden sich darunter, wie Fig. 39, a, wo die Zelle $\frac{1}{33}$ Linie, die abgehenden Primitivfasern $\frac{1}{250}$ Linie maßen. Ganz große Ganglienzellen, wie in den Cerebrospinalganglien und in den Spinalganglien, wo die größten $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$ Linie messen, habe ich nicht gefunden.

41. Vergleicht man diese Bildungen im Ganglion gastricum und in den übrigen Visceralganglien mit der Substanz des Gehirns des Zitterrochens, so ist es interessant, daß man sowohl im kleinen Gehirn, Fig. 47, als in der Masse der Vierhügel, Fig. 48, sowie in den Hemisphären, Fig. 49, eine feinkörnige, sonst amorphe Masse findet, in welcher zerstreute Kerne oder Körner von $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{350}$ Linie Größe vorkommen. Die stärksten Größendifferenzen in diesen Elementen schienen die Hemisphären zu zeigen. Diese Kerne schienen mir durchaus niemals Combinationen mit den Primitivfasern einzugehen, in der Weise, daß letztere aus denselben entspringen. Die Primitivfasern gehören zu den feinen, Fig. 50, a, messen im Durchschnitt im kleinen Gehirne $\frac{1}{400}$, in den Vierhügeln und Hemisphären $\frac{1}{500}$ Linie, und werden, wie bekannt, leicht varikös. Die Kerne, Fig. 50, oscilliren von $\frac{1}{150}$ (c) bis $\frac{1}{350}$ Linie (b), und haben ganz denselben Charakter wie diejenigen, welche oben bei Beschreibung des Ganglion gastricum genauer geschildert wurden; nur schienen sie mir noch mehr granulirt.

42. Robin fand bei seinen Untersuchungen die Visceralganglien im Wesentlichen gebildet wie die Spinalganglien. Jedoch unterschieden sie sich nach seinen Angaben in folgenden Puncten: a) Anstatt ausschließlich durch Ganglienkugeln und Nervenröhren, die durch Zellgewebe verbunden werden, gebildet zu sein, findet man noch eine vereinigende, amorphe Substanz, welche von kleinen Molekularkörnchen durchsäet ist, und dann vorzüglich eine große Menge von granulirten Körnern (globules granuleux), welche alle 0mm,012 messen. Hiedurch werden die Visceralganglien weit dichter und ihre Präparation ist schwieriger. b) Die großen Ganglienkörper und breiten Nervenröhren sind nur in sehr geringer Menge vorhanden; kaum findet man eine auf ungefähr vier kleine Ganglienkugeln mit dünnen Fasern. c) Die großen sowohl, als die kleinen Ganglienkugeln sind weniger regelmäßig, als die der Rückenmarksnerven; dies rührt von der sehr dichten, oben beschriebenen, sie vereinigenden Masse her, welche sie umgiebt und zusammendrückt. Es sind dies vorzüglich die kleinen Ganglienkugeln, welche in Form und Größe wechseln. Die regelmäßigsten befinden sich im Mittelpunkt der Ganglien. Was die an der Oberfläche und besonders an den ausgezogenen Enden dieser Ganglien betrifft, so sind die Ganglienkugeln hier sehr verlängert, spindelförmig und messen 0mm,110 in der Länge auf 0mm,040 in der Breite. Die meisten sind um die Hälfte kleiner. d) Die

großen Kugeln zeigen hier nur selten die Schicht farbloser Zellen ohne Kerne, welche die innere Oberfläche ihrer dicken Hülle auskleidet. Ihr Inhalt ist dunkler als in den Ganglien der Spinalnerven, und besteht aus größeren Körnchen, wodurch die Centralzelle mit ihrem Kerne schwerer sichtbar wird. Die kleinen Kugeln zeigen nicht mehr die mit Kernen versehenen Zellenschichten, welche denselben Gebilden in den Spinalganglien ein so merkwürdiges Ansehen verleihen; sondern die Oberfläche ihres Inhalts wird von kleinen Körpern oder Kernen bedeckt, welche rundlich oder polygonal sind und ein dunkel-ambragelbes Ansehen haben; sie messen $0^{mm},003$ bis $0^{mm},006$, und unterscheiden sich sehr von den Kernen der Hülle der dünnen Nervenröhren. Die Zahl und dunkle Farbe dieser Kerne verhindert oft, die Kernzelle dieser Ganglienkugeln wahrzunehmen. Ihr Inhalt ist sehr viel dichter, als der der Spinalganglien. e) Trotz diesen Verschiedenheiten ist es immer leicht, die Kugeln der breiten Röhren zu unterscheiden von denen der feinen und zwar durch die dickere Hülle der ersteren, durch deren regelmäßige, fast sphärische Gestalt und die plötzliche Insertion der breiten Fasern an beiden einander entgegengesetzten, in der Regel etwas abgeplatteten Polen. Die kleinen Kugeln lassen sich erkennen: durch die Dünne ihrer Scheide, durch ihre eiförmige, öfters sehr in die Länge gezogene Gestalt und durch ihre nicht so abgesetzte Insertion der von den ausgezogenen Enden entspringenden Fasern, was diesen Ganglienkugeln ein ganz eigenthümliches Ansehen giebt. f) Die feinen Röhren, welche die grauen, mit Ganglien versehenen Nervenfäden bilden, unterscheiden sich von den breiten Röhren durch ihren Inhalt, durch ihre Durchmesser und die engen, schwer zu sondernden Bündel. Die dünnen Röhren sind viel zahlreicher, als die dicken.

42. Robin stellte seine eben beschriebenen Beobachtungen vorzüglich an dem oben erwähnten Ganglion an, welches wegen seiner eigenthümlichen Lage leicht zu entdecken ist. Es liegt (auf jeder Seite eines) in der Höhle der unteren Hohlvene, nahe bei deren Einmündung in den Sinus Cuvieri. Es entspringen aus diesem Ganglion Zweige für die Leberarterien und andere Eingeweide; längs der Wirbelsäule findet man andere Ganglien, welche Zweige zu den Harn- und Geschlechtswerkzeugen senden und deren von den Rückenmarksnerven erhalten.

43. Man sieht aus diesen Beschreibungen, daß Robin im Wesentlichen dieselben Elemente und dieselbe Anordnung der Visceralganglien fand, wie ich sie aus Torpedo beschrieben habe. Kleinere Differenzen sind vielleicht aus der Verschiedenheit der von uns untersuchten Thierarten zu erklären. Ohne Abbildungen läßt sich übrigens keine genaue Vergleichung machen, und gerne gebe ich zu, daß Robin diese Parthie länger und genauer untersucht hat, während ich in den letzten Tagen meines Aufenthalts in Pisa erst an mehreren Exemplaren obige Untersuchungen anstellen und weiter führen konnte.[1])

---

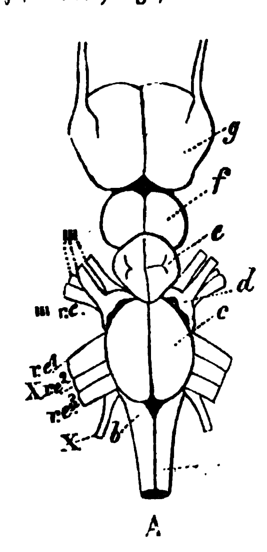
[1]) Robin sagt weiter a. a. O.!, indem er sich auf meine im Märzheft der Annales des sciences naturelles abgedruckte briefliche Mittheilung an Milne Edwards beruft, ich hätte die Unterscheidung beider Classen von Ganglienkugeln zwar verworfen, aber durch meine eigenen Abbildungen gerade einen Beleg hiezu gegeben. Ich hätte eine große Ganglienkugel und zwei kleine abgebildet, erstere rein auf die Rückenmarksnervenganglien, letztere auf die Visceralganglien beziehend, während beide Formen, nur in verschiedenen numerischen Verhältnissen, zusammen

4. Centralganglien.

44. Centralganglien nenne ich alle diejenigen Anhäufungen von Ganglienzellen, welche weder im Verlauf von Nerven, noch an deren Wurzelanfängen vorkommen, sondern welche in unmittelbarem Zusammenhang mit den eigentlichen Centraltheilen, Gehirn und Rückenmark, wie z. B. die elektrischen Lappen des Zitterrochens, stehen, äußerlich, wie letztere, als Anhänge hervorragen, oder auch wohl, wie z. B. die Oliven des Menschen und der Säugethiere, in Centraltheile selbst eingefügt sind.

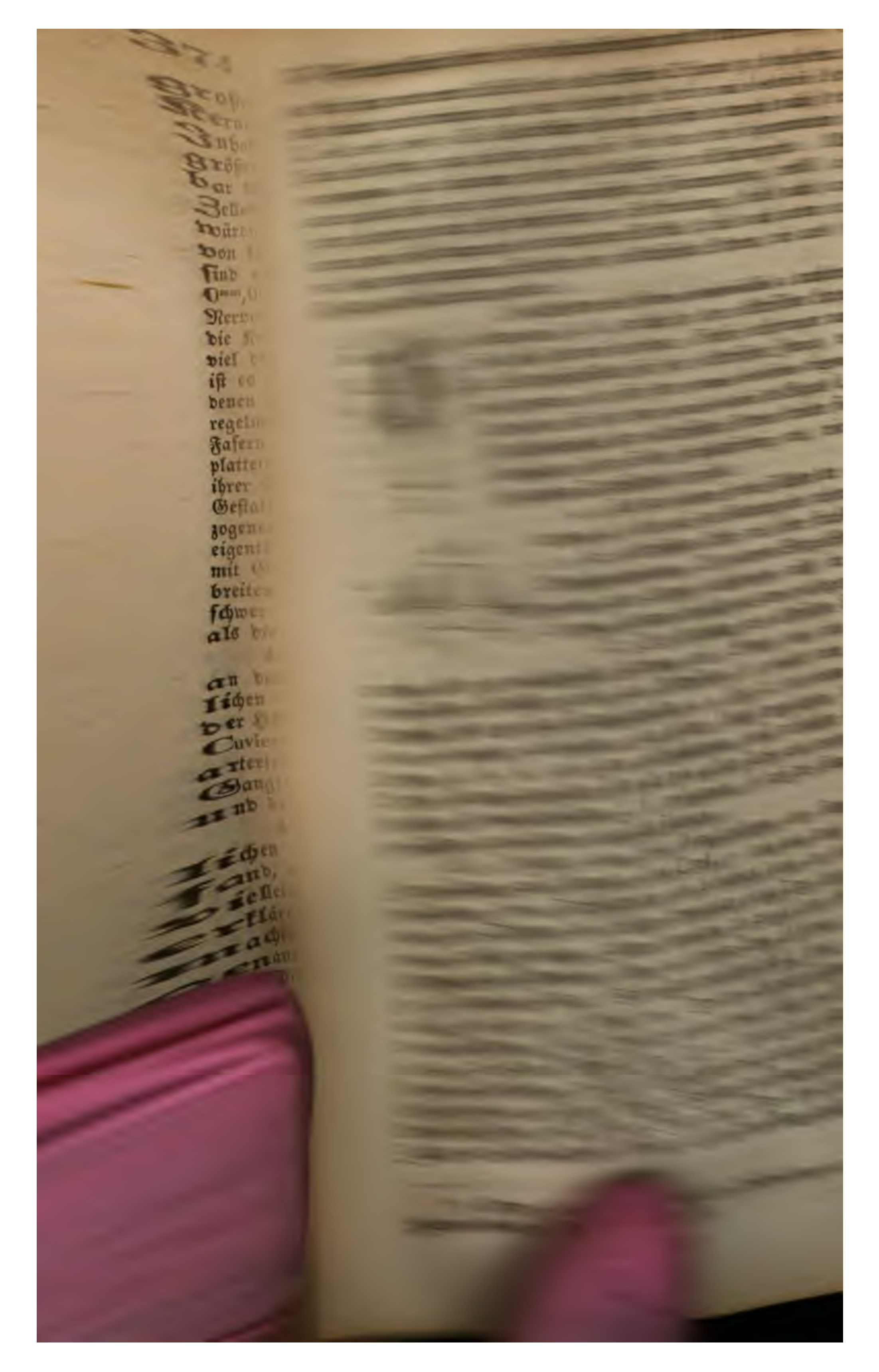
45. Alle die hieher gehörigen Ganglien scheinen eine andere Anordnung ihrer Ganglienzellen zu haben, als die drei bisher beschriebenen Classen. Jede Ganglienzelle hat nämlich hier mehrere Ausläufer, deren eigentliche Natur, Verbindungsweise u. s. w. übrigens viel schwieriger erkennbar ist, als die der peripherischen Ganglien, wie man die drei oben beschriebenen Ganglienclassen mit einem gemeinsamen Namen bezeichnen kann.

46. Ich wollte hier nur zunächst auf die Structur des elektrischen Lappens bei Torpedo eingehen, welcher ganz die Natur eines solchen Centralganglions hat, und der bekanntlich bei diesem Fische ausschließlich nach der Peripherie hin mit dem elektrischen Organe anatomisch und physiologisch zusammenhängt, mit den gewöhnlichen Wurzeln des N. vagus aber nur einen mehr äußerlichen Zusammenhang hat. Der elektrische Lappen, oder wie man richtiger sagen kann, die elektrischen Lappen, da es, gleich den Hemisphären, zwei vollkommen symmetrische Gebilde sind, bilden die nach den Hemisphären größte Abtheilung des gesammten Gehirns des Torpedo, wie sich aus folgender Darstellung ergiebt. Nachdem sich das Rückenmark a in seinen hinteren Strängen b zum verlängerten Mark entwickelt hat, und hier den Boden des hinteren Abschnittes der vierten Hirnhöhle als Rautengrube bildet, liegen hier mit sehr breiter Basis die vollkommen symmetrischen, eirunden, an der Grundfläche platten, nach oben gewölbten, in der Mittellinie zwar zusammenstoßenden, aber bis zur Basis völlig getrennten elektrischen Ganglien oder Lappen auf. Nach vorne von ihnen tauchen die Schenkel des verlängerten Marks als dessen fortgesetzte hintere Stränge, als ein Paar wie bei vielen Rochen gekräuselte Gebilde d d wieder empor, um an das kleine Gehirn e zu gehen. Vor dem kleinen Gehirne liegen die ansehnlichen Vierhügel f, und vor diesen die Lappen der Hemisphären g. Die Ursprünge der Hirnnerven sind mit römischen Ziffern bezeichnet. Mit dem N. trigeminus nur äußerlich verbunden, entspringt am weitesten nach vorne aus dem elektrischen Lappen der sogenannte Ramus electricus trigemini III. r. e.,



A

vorkämen. Robin wird sich jetzt überzeugen, daß ich diese Verhältnisse allerdings schon gleich nach meinen ersten Untersuchungen kannte, und in meiner kleinen Schrift beachtete. Die Mittheilung an Herrn Milne Edwards war zu kurz und zu aphoristisch, um darauf einzugehen.



Groß
Kern
Inha
Größ
hat
Zell
würd
von
sind
Nerv
die
viel
ist
denen
regel
Fasern
platte
ihrer
Gestal
zogen
eigent
mit
breite
schwer
als

an
lichen
der
Cuvier
arter
Gangl
und

lichen
fand,
vielle
erklär
mach
nenn

und mißt $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{60}$ Linie. Das Kernkörperchen läßt, wie öfters der Keimfleck, eine doppelte, concentrische, dunkle Linie an der Peripherie erkennen, und mißt $\frac{1}{300}$ Linie im Mittel.

49. Alle diese Ganglienkörper (hier vielleicht richtiger statt Ganglienzellen so genannt) des elektrischen Lappens, Fig. 42, 43 und 44, haben das Eigenthümliche, daß von ihnen nach einer oder mehreren, oft sternförmig nach allen Seiten, Fortsätze von verschiedener Zahl und Länge abgehen, welche sich zum Theil wieder verästeln (Fig. 43). Die Ganglienkörper selbst haben eine verschiedene, meist runde, oft auch ovale, zuweilen birnförmige Gestalt. Sie bestehen durch und durch aus einer punktulirten, feinkörnigen Substanz; wie es scheint eine homogene, durchsichtige Masse, welche mit sehr feinen, dunkeln Molekeln durchmischt ist.

50. An allen Ganglienkörpern ohne Ausnahme vermißte ich eine deutliche Hülle. Ueberall fehlt eine scharf umgrenzende Contour. Aus diesem Grunde schon ist es nicht ganz thunlich, diese Ganglienkörper Zellen zu nennen, obwohl dies uneigentlich, des allgemeinen Gebrauchs wegen, geschehen mag, um so mehr, als die übrigen Charaktere, Zellenkern oder in diesem Falle Kernzelle mit Nucleolus, vorhanden sind.

51. Von der Substanz der Ganglienkörper selbst entspringen eine größere oder geringere Anzahl Fortsätze, welche ganz aus der gleichen körnigen Masse bestehen. Vergl. Fig. 42—44. Es scheint, daß die Fortsätze immer von ihren Ansatzpunkten abgerissen sind, so daß man sie niemals bis an ihr eigentliches Ende verfolgen kann. Man hat es daher wahrscheinlich mit verletzten Gebilden zu thun, da sie nie ein deutlich begränztes Ende haben. Diese Fortsätze entspringen bald nach allen Seiten im ganzen Umfang des Ganglienkörpers (Fig. 43), und dann in größerer Zahl; bald sind deren wenigere, welche sich nur nach einer oder zwei Seiten wenden, wie Fig. 42 und 44. Oefters erscheinen diese Fortsätze ramificirt oder getheilt.

52. Oft gelingt es, wahrzunehmen, daß einer von den Fortsätzen ein etwas anderes Ansehen hat, als die anderen. Giebt es auch Ganglienkörper, welche in dem Bau dieser Fortsätze in Bezug auf Vertheilung, Länge und Anordnung, große Verschiedenheiten zeigen, so kommt doch ein großer Theil darinnen überein, daß ein Fortsatz Fig. 42, 43, 44, *, *, *, sich durch besondere Länge und durch gleichmäßigen Durchmesser von etwa $\frac{1}{400}$ Linie auszeichnet, und den Charakter einer wirklichen Faser hat. Dieser faserförmige, lange Fortsatz zeigt sich übrigens ebenfalls stets als ein abgerissenes Gebilde. Er ist blasser als die anderen Fortsätze, weniger granulirt, ziemlich gleich breit, nie ramificirt oder am Ende verfeinert, und kann um das Drei- und Vierfache der Länge des Ganglienkörpers verfolgt werden, bis er ein querabgerissenes Ende zeigt. Niemals konnte ich, wie E. Harleß angiebt[1]), eine Faser, welche den genuinen Charakter einer Primitivfaser hatte, zum Kern des Ganglienkörpers verfolgen, obwohl öfters abgerissene ächte Primitivfasern, Fig. 41, Fig. 42, b, an und auf den Ganglienkörpern lagen und scheinbar davon entsprangen. Sie lösten sich aber doch immer leicht, wenn man mit der Staarnadel einen schwachen Druck auf das deckende Glasblättchen ausübte, während die Fasern *, *, *,

---

[1]) E. Harleß briefliche Mittheilung über die Ganglienkugeln der Lobi electrici von Torpedo Galvanii in Müller's Archiv. Jahrgang 1846. S. 283.

Fig. 42—44, bei einem solchen Drucke immer an ihrer Basis festsaßen, und nur mit den freien Enden pendelförmig hin und her schwangen.

53. Doch kommen auch Ganglienkörper vor, denen jene Fasern entschieden zu fehlen scheinen, wie Fig. 42, c, Fig. 43, b und d, obwohl es immer schwer sein wird, dies mit Sicherheit zu behaupten, da theils die Faser abgerissen sein kann, theils es zweifelhaft bleibt, ob einer der gewöhnlichen granulirten Fortsätze nicht endlich doch in eine solche Faser übergeht. Dies könnte z. B. der Fall sein bei Fig. 43, b, wo ein ziemlich breiter Fortsatz sich in c gabelförmig theilt, und dann der längere Ast ziemlich das Ansehen einer Faser gewinnt, obwohl er einen etwas anderen Habitus zeigt, als ich sonst wohl bei den Faserursprüngen wahrgenommen habe. Fig. 43, d, schien mir wieder einer von denjenigen Ganglienkörpern zu sein, wo ein Faserursprung fehlt.

54. Bisher habe ich nur mehr von den oberflächlich liegenden Ganglienkörpern gesprochen. Geht man tiefer in die Lappen ein, da, wo, wie §. 46, Fig. C, die Wurzeln der Nerven in Bündelchen sich sammeln, so kann man parthienweise zusammenliegende Primitivfasern als wahre peripherische Faserursprünge erkennen. Eine solche Figur, wie sie sich leicht unter dem Mikroskop zeigt, ist Fig. 45, a, a, a, a, dargestellt worden. An dieser Stelle haben die Fibrillen ganz die charakteristischen Zeichen ächter Nervenprimitivfasern mit doppelten Contouren. Sie maßen hier ungefähr $\frac{1}{200}$ Linie, wurden leicht varikös, wie Fig. 45, c; kurz sie ließen sich als ächte Nervenfasern nicht verkennen. In centraler Richtung liefen sie nun alle in b, b, b, b in blasse, etwas granulirte Fasern von $\frac{1}{400}$ Linie im Durchmesser aus, welche in ihrem ganzen Ansehen, der Größe rc. auf das Genaueste übereinstimmten mit den von den Ganglienkörpern Fig. 42—44 entspringenden langen Fasern a, a, a. Niemals aber gelang es mir, mit Sicherheit einen directen Uebergang wahrzunehmen, obwohl ich nach der gegebenen Darstellung einen solchen für höchst wahrscheinlich halte.

55. Diese blassen Fasern, Fig. 45, b, b, b, als Ausläufer dichter Fibrillen, kommen dadurch zu Stande, wie man Fig. 46, a, sieht, daß die Rinde mit den doppelten Contouren sich sehr leicht abbröckelt. So gewahrt man Fasern, wo oft nur ein Stück der Rinde, Fig. 46, a*, sitzen bleibt, während dieselbe weiter oben und unten fehlt, und wo dabei im weiteren Verlaufe gegen die Peripherie, Fig. 46, a, und 45, a, a, a, die Rinde fester mit der Axenfaser zusammenhängt und sich nicht so leicht abbröckelt. In sehr seltenen Fällen aber gelang es mir, solche Fasern in ihrer ganzen Integrität zu sehen, wie Fig. 46, b. Druck, Zusatz von Wasser und anderen Flüssigkeiten üben jenen abbröckelnden Einfluß aus. Entschieden verhalten sich die Fibrillen hier etwas anders, indem leichter eine centrale Faser, eine Art Axencylinder, zurückbleibt, die als ein, wenn auch artificielles, doch constantes Gebilde, mir nie so deutlich erschien, als hier. Die beschriebenen Fasern haben mit der Rinde einen durchschnittlichen Durchmesser von $\frac{1}{200}$ Linie und lassen sich dann, immer breiter werdend, bis zu den oft $\frac{1}{100}$ Linie messenden Primitivfasern des elektrischen Organs verfolgen.

56. Die Ganglienkörper sind, ähnlich wie die in den Visceralganglien, vergl. §. 35 und 36 und die Kerne des Gehirns, §. 41, in eine feinkörnige, amorphe Masse, Fig. 44, eingebettet.

57. Zahlreiche Blutgefäßnetze durchwirken außerdem die elektrischen Lappen; mit denselben schienen mir aber nie, wie neuerlich bemerkt wurde, jene Fortsätze der Ganglienzellen in organischem Zusammenhange zu stehen.

58. Die Ganglienkörper des elektrischen Lappens sind von mehren neueren Forschern beschrieben und abgebildet worden, obwohl auf eine, wie ich bekennen muß, mit der von mir gewonnenen Anschauung nicht übereinstimmenden Weise. Valentin hat ganz richtig zuerst die Ganglienkörper gekannt, aber als Belegungskugeln beschrieben, auch ihre keimbläschenartigen Kerne mit den Nucleolis gesehen. Die umspinnenden Primitivfasern beschrieb und bildete Valentin ab als faserige Scheidenformationen, ähnlich wie sie sonst bei den peripherischen Nervenkörpern oder den Ganglienkugeln vorzukommen pflegen [1]). Valentin verfiel unstreitig in diesen Irrthum dadurch, daß ihm blos im Weingeist aufbewahrte Gehirne zu Gebote standen. Ebenso hat Savi [2]) eine unvollkommene Beschreibung und Abbildung davon geliefert, indem er diese centralen Ganglienkörper den peripherischen Ganglienzellen ähnlich und als zwischen den Primitivfasern gelagert betrachtete. Ganz neuerlich hat E. Harleß [3]), in Folge einer früheren Aufforderung von mir, eine Untersuchung des elektrischen Lappens vorgenommen. Wie zu erwarten war, hat er die Ganglienkörper sogleich richtig erkannt, auch ihre Fortsätze wahrgenommen, die er jedoch, ganz abweichend von mir, für Bindegewebe hält, wodurch sie sich übrigens histologisch auf alle Weise unterscheiden. Ebensowenig kann ich diesem jungen und talentvollen Physiologen beistimmen, wenn er die wahren Primitivfasern als von den Kernen der Ganglienzellen entspringend beschreibt und abbildet, ja sogar diese ächten Nervenfibrillen als Commissuren der einzelnen Ganglienkörper im physiologischen Sinne betrachtet. Ferner muß ich ihm widersprechen, wenn er in Bezug auf die peripherischen Nervenursprünge annimmt, daß für diese die obengenannten Fortsätze die Hülle bilden, während das Mark von dem Kern, der von ihm sogenannten inneren Ganglienkugel, stammen soll. Harleß erkennt selbst seine Beobachtungen, die mir übrigens zur Zeit meiner eigenen Untersuchungen nicht bekannt waren, für lückenhaft. Auch ich gebe die meinigen nicht für vollständig, und theile mit ihm die Ansicht über die Schwierigkeit des Gegenstandes.

59. In physiologischer Hinsicht hat Matteucci [4]) bereits eine Anzahl von Versuchen an den elektrischen Lappen angestellt, welche ich fast alle bestätigen kann. Diese Lappen sind die ausschließlichen Neuromotoren für das elektrische Organ und die von ihnen entspringenden vier großen elektrischen Nervenpaare, die man sonst als Zweige des Trigeminus und Vagus betrachtete, enthalten die ausschließlich nach der Peripherie hin leitenden Primitivfasern, welche histologisch und physiologisch ganz den Charakter der willkürlichen Muskelnervenprimitivfasern, noch dazu im eminenten Sinne, haben. Jede directe Reizung, auf die Lappen angebracht, bedingt eine sehr starke Entladung im elektrischen Organ, und zwar vollkommen der Seite entsprechend, auf welcher man gereizt hat. Der rechte elektrische Lappen versorgt ausschließlich das rechte Organ, der linke das Organ der linken Seite. Man kann eine große Parthie des elektrischen Lappens abtragen; der Rest, der bleibt, veranlaßt bei der Reizung immer neue, wenn

---

[1]) S. dieses Handwörterbuch, Bd. I. S. 257.

[2]) Savi études anatomiques sur l'organe électrique de la Torpille. Tab. III. Fig. 8.

[3]) Müller's Archiv f. 1846. S. 283 u. f. Tab. X.

[4]) Matteucci Traité des phénomènes éléctro-physiologiques des animaux. p. 180.

auch minder starke Entladungen. Nimmt man die Lappen bis zur Basis weg, schält man sie von dem Boden der dritten Hirnhöhle und der hinteren Seite des verlängerten Marks vollständig ab, so erfolgen niemals mehr Entladungen auf Reizung irgend einer Hirnparthie, es sei denn, daß man die Wurzeln der rami electrici direkt reizt, worauf starke Entladungen folgen. Ebenso erfolgen auf Reizungen des ramus trigemini nur Entladungen in der vorderen Parthie des Organs, wozu eben dieser Ast geht, und gleiche Verhältnisse bietet die Reizung der Vaguszweige dar.

60. Ob das Thier ganz nach freier Willkür Schläge ertheilen kann, ist schwer mit Sicherheit zu sagen, da man es kaum unter Verhältnissen beobachten kann, aus denen sich eine solche Thatsache erhärten läßt. Dahin würde gehören, wenn man, wie beim Gymnotus, wahrnehmen könnte, daß der Zitterrochen seine Beute verfolgte, beim Anblick eines anderen kleinen Fisches Schläge ertheilte, um sich dessen zu bemächtigen u. s. w.

61. Bei vorsichtiger Reizung der vorderen Hirnlappen, vergl. Nr. 46, Fig. A, g, mit einer feinen Nadel, auch beim Eindringen in das Innere, erfolgen in der Regel keine Entladungen bei eben getödteten Thieren, oder solchen, denen man die Schädelhöhle geöffnet hat. Zuweilen treten sie jedoch ein, wie auch bei Reizung der Vierhügel f, f, und des verlängerten Marks b, b, wo gleichzeitig starke Muskelbewegungen eintreten. Es können jedoch auf Reizung einzelner Parthien an der Basis des Gehirns starke Muskelcontractionen z. B. in den Kiemen auftreten, ohne daß eine elektrische Entladung erfolgt. Auf Reizung des Rückenmarks erfolgen bald Entladungen, bald keine.

62. Peripherische Reizungen der Haut an allen Theilen, besonders aber im ganzen Umfang der Scheibe des Thieres, veranlassen sogleich Entladungen, welche ganz den Charakter der z. B. bei Fröschen so leicht zu erzeugenden reflektirten Bewegungen haben. Am stärksten sind die Entladungen, wenn man die obere und untere Parthie der Scheibe zugleich berührt.

63. Vergiftet man die Thiere mit Strychin, so zeigen sich ganz dieselben Phänomene, wie bei Fröschen, und die Reizbarkeit der elektrischen Lappen steigert sich momentan außerordentlich und veranlaßt zu sehr starken und häufigen Entladungen, denen dann aber um so rascher wie im Muskelsystem, so in den elektrischen Organen, allmälig Unfähigkeit auf weitere Reizung zu reagiren und völlige Lähmung folgt.

64. Die Reizbarkeit der Nerven des elektrischen Organs verhält sich in Bezug auf Stärke, Dauer und Natur der Reize ganz proportional der Reizbarkeit der willkürlichen Muskeln. Legte ich z. B. galvanoskopisch präparirte Froschschenkel nach der von Matteucci angegebenen Weise auf das elektrische Organ und reizte die rami electrici mechanisch, so erfolgten gerade so lange Entladungen, als Muskelzusammenziehungen auf Reizung der Kiemennerven und der vorderen Wurzel der Rückenmarksnerven erfolgten. Gegen zwei Stunden reagirten diese Gebilde noch auf mechanische Reize und einfache Plattenpaare. Später, bis zur vierten Stunde, war dies nur möglich durch stärkere Batterien von 25 Elementen, so daß der galvanische Reiz immer der kräftigste, wie bekanntlich auf Muskelnerven, so auch auf die des elektrischen Organs bleibt.[1])

---

[1]) Vergl. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften. April 26. 1847.

65. Ganz kleine, eben abgeschnittene Stückchen des elektrischen Organs gaben noch Entladungen, wenn man sie mit Nerven von Froschschenkeln in Berührung brachte, gerade wie sich kleine, frische Muskelstückchen bei direkter Reizung contrahiren.

66. Wie Wärme erregend und neu belebend auf die Nervensubstanz wirkt, ist bekannt. Interessant bleibt es daher, daß es oft gelingt, Zitterrochen, die man eben erhalten hat, und welche abgestorben scheinen, wieder durch Zusatz von lauwarmem Wasser aus diesem Scheintod in's Leben zurückrufen und zu selbstständigen Bewegungen zu veranlassen, wodurch dann gleichzeitig auch die bisher beschriebenen, schon zum Theil verschwunden gewesenen Reactionen eintreten, aber dann kürzer dauern.

b. Verlauf und Endigung der Nerven.

67. Es ist ein allgemeiner, bis heute noch unbestrittener Satz in der Nervenphysiologie, daß jede Primitivfaser einen vom Centrum nach der Peripherie verlaufenden isolirten Leiter des Nervenprincips darstellt und nirgends Combinationen mit benachbarten Fasern eingeht. Hierauf beruht das Gesetz der isolirten Leitung, so daß jedem beliebigen Punkte in der Peripherie des Körpers, es mag ein sensibler oder motorisch erregter sein, ein Centralpunkt entspricht.

68. Gleichwohl ist mit diesem Satze schwer das bisher ziemlich allgemein behauptete anatomische Faktum in Einklang zu bringen, nach welchem, so weit sichere Beobachtungen reichen, alle Primitivfasern in den peripherischen Gebilden, in den Muskeln wie in der Haut, ja in den Sinnesorganen, schlingenförmig in einander übergehen sollen. Valentin hat zuerst sehr sprechende Abbildungen für diese Lehre gegeben; ihm sind die meisten Physiologen beigetreten[1]). Carus hat darauf mit vieler Liebe, indem er centrale und peripherische Umbiegungsschlingen je einer und derselben Nervenprimitivfaser annahm, Hypothesen über diese Nervenkreise aufgestellt[2]). Gerber, Hannover, Krause, Emmert und sehr viele andere Anatomen, wie ich selbst, haben ebenfalls peripherische Nervenschlingen als allgemeines Gesetz angenommen, und ich glaubte dieselben wenigstens im Gehörorgan mit völliger Sicherheit nachweisen zu können, — indem ich sie hier bei Fischen und Fröschen besonders deutlich zu sehen angab[3]), während sie mir anderwärts minder sicher, völlig unsicher aber z. B. in der Retina zu sein schienen, wo sie doch auch von obengenannten Beobachtern wollten wahrgenommen sein. Auch in diesem Wörterbuch stellte Valentin noch Endumbiegungsschlingen d. h. continuirlichen Uebergang je zweier Nervenprimitivfasern an ihrem peripherischen Ende als anatomische Thatsache hin, obwohl er den Widerspruch mit dem Stande der heutigen Nervenphysik anerkennt[4]). Eine ausführliche Kritik der Lehre von den Endschlingen vom physiologischen Standpunkt hat Volkmann ebenfalls in diesem Wörterbuche gegeben, weßhalb ich mich eines weiteren Eingehens in diese Materie enthalten kann. Volkmann sagt: »In der Nervenphysik sind die Schlingen nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares, und man möchte sagen Absurdes[5]).«

---

[1]) Valentin nova acta nat. cur. Vol. XVIII. Tab. I.
[2]) Carus System d. Physiologie. Bd. III. S. 80.
[3]) Icones physiologicae. Tab. XXI. Tab. XXIX.
[4]) Handwörterbuch. Bd. I. S. 691.
[5]) Ebendas. Bd. II. S. 563.

69. In der letzten Zeit haben sich die Stimmen gemehrt, welche auch anatomisch eine Theilung und sogar Verzweigung der Primitivfasern nach der Peripherie zu wahrgenommen haben wollten. Ich rechne Schwann's Beobachtung über die Auflösung der Fibrillen in sehr feine Fasern im Gekröse der Frösche nicht einmal hieher, da sich dieselben vielleicht auch anders deuten lassen. Aber J. Müller hat mit Bruecke nach einer Reihe von Beobachtungen an den Augenmuskeln des Hechts sehr oft wirkliche Theilungen von Nervenröhren in zwei Röhren gesehen; auch kamen Beispiele vor, wo von einer und derselben Faser zwei und selbst drei aufeinanderfolgende Theilungen übersehen werden konnten, so daß Müller und Bruecke die peripherische Theilung der Röhren als charakteristisch für die Muskeln ansahen[1]). Ein weiteres Detail gaben die beiden Beobachter nicht, sprachen sich auch nicht über den Endverlauf der Fibrillen und ihr schließliches Verhalten zu der Muskelsubstanz aus. Im Gehörorgan hält Müller die Schlingen für unzweifelhaft.

70. Savi hatte die Theilung der Primitivfasern im elektrischen Organe des Zitterrochens schon 1840 gekannt, und dies in der Versammlung der italienischen Gelehrten in Florenz mitgetheilt. Später beschrieb er sie genauer und bildete sie ab[2]). Nach Savi verzweigen sich die Primitivfasern auf den Querblättchen der Säulen der elektrischen Organe dichotonisch, und diese Zweige vereinigen sich wieder mit anderen, wodurch achteckige Maschen entstehen. Die Seiten dieser Maschen, eben von diesen Zweigen der Primitivfasern gebildet, sind übrigens unter einander nicht gleich groß, so wenig als die Maschen selbst. Robin giebt in dem von ihm entdeckten sogenannten elektrischen Organe, das im Schwanze bei mehren gewöhnlichen Rochen (Raja) vorkommt, eine gleiche Verzweigung und maschenähnliche Anastomose an[3]). Seine Abbildung, namentlich die der stärkeren Vergrößerung, zeigt jedoch nur Theilung, keine Maschenbildung an.

71. Ich habe vor Kurzem gezeigt, daß Savi mit der Angabe von Verzweigung der Primitivfasern ganz recht hat, sich aber in Bezug auf die maschenförmige Anastomose irrte. Ich fand eine sehr zusammengesetzte Verzweigung der Primitivfasern im elektrischen Organ, eine endlich im Parenchym verschwindende Feinheit der Theilungen[4]). Kurz darauf fand ich ziemlich analoge Verhältnisse auch beim Frosch in den Muskeln auf[5]). Von beiderlei Verhältnissen glaube ich die erste genaue Beschreibung und Abbildung gegeben zu haben.

72. Nirgends sieht man mit solcher Klarheit, wie im elektrischen Organe der Zitterrochen, den Verlauf und die letzte Endigung der Primitiv-

---

[1]) J. Müller, Handbuch d. Physiologie. 4. Aufl. Bd. I. S. 524.

[2]) Savi études anatomiques etc. p. 321. Tab. I. Fig. 3.

[3]) Robin zuerst in den Comptes rendus, dann in Annales des sciences naturelles. 1847. Avril. Es finden sich im Schwanze mehrer, nicht aller Rochenarten allerdings jene paarigen Organe zwischen den Muskeln des Schwanzes, von ähnlicher Farbe, aber anderer Structur, als die Muskeln. Aber wir haben davon in Pisa an lebenden Thieren weder Wirkungen auf das Galvanometer, noch auf galvanoskopisch präparirte Frösche gesehen.

[4]) Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven. Fig. III, IV, genauer Annales des sc. nat. Mars 1847. Nachrichten von der G. A. Universität. 1847. Nr. 5.

[5]) Ebendaselbst mit Holzschnitt.

fasern. Die Verfolgung dieser Verhältnisse ist vom höchsten allgemeinen Interesse für die gesammte Nervenphysiologie.

73. Alle Nervenprimitivfasern, welche für das elektrische Organ bestimmt sind, sammeln sich in vier sehr starken Nervenstämmen. Der vorderste Stamm ist der sogenannte ramus electricus trigemini, während die drei hinteren zum Systeme des Vagus gerechnet werden. Alle diese Nerven sind aber nur ganz äußerlich mit den genannten Hirnnerven verbunden, und werden mit Cuvier gewiß viel richtiger als eigenthümliche Nerven betrachtet, deren Centraltheile die beiden großen Lobi electrici sind: vergl. §. 46. Keiner dieser Nerven ist sonst an seiner Wurzel oder in seinem Verlaufe mit Ganglienkörpern versehen, welche vielmehr das ausschließliche Eigenthum der übrigen Vaguszweige und der drei gewöhnlichen Zweige des Trigeminus sind, welche durch das Ganglion Gasseri hindurchgehen.

74. Alle Primitivfasern der rami electrici, sobald sie aus dem Lobus herausgetreten sind, gehören zur Gattung der breiten Fasern und messen $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{200}$ Linie im Durchmesser und im Ganzen so gleichmäßig, daß man $\frac{1}{175}$ Linie allgemein als mittleren Durchmesser annehmen kann. Weder ganz feine, noch mittelfeine Fasern, kommen vor. Im ersten Ast, dem sogenannten ramus electricus trigemini, scheinen sie im Allgemeinen etwas feiner zu sein, als in den rr. vagi, wo sie zuweilen schon innerhalb der Schädelhöhle $\frac{1}{125}$ bis selbst $\frac{1}{100}$ Linie messen. Solche starke Fasern kommen, wie früher angegeben wurde, nur sehr einzeln in anderen Organen vor, am meisten noch in den willkürlichen Muskeln. Diese Durchmesserverhältnisse schwanken übrigens an den einzelnen Stellen der Primitivfaser selbst etwas, da das von der Scheide umgebene Mark hie und da etwas verengt, an anderen Stellen erweitert erscheint.

75. Diese Nervenprimitivfasern werden anfänglich, beim Austritt aus dem Lappen, wie alle Nerven, nur von einer ganz dünnen Hülle oder Scheide umgeben, welche aber bald sehr an Dicke zunimmt. Beim Verlaufe der Zweige innerhalb des elektrischen Organs wird diese Scheide immer dicker. Schon ehe die Stämme das elektrische Organ erreichen, zeigt diese Scheide, welche etwa den dritten Theil des Durchmessers der Fibrille beträgt, ein streifiges Gefüge, und in ihre Wandungen sind längliche Kerne eingelagert [1]). Die Fibrillen verlaufen an und zwischen den sechsseitigen Säulchen des Organs in kleinen Bündeln unter Fasern eines eigenthümlichen, dem fibrösen Gewebe ähnlichen Bindegewebes, bis sie endlich nur zu fünf, drei oder zwei beisammen sind [2]). Ihr Verlauf ist stets um so isolirter, da sich die Scheide fortwährend verstärkt. Endlich trifft man nur noch einzelne Fibrillen, welche durchschnittlich $\frac{1}{100}$ Linie Dicke haben und, ehe sie zwischen die Querblättchen oder Scheidewände des elektrischen Organs eindringen, sich auf eine merkwürdige Weise an einem Terminalpunkt in eine Anzahl ansehnlicher Aeste theilen. Während des ganzen Verlaufs zeigen die Fibrillen ein ganz homogenes, blendendweißes, opalisirendes Mark mit sehr starken, dunkeln Contouren, denen sich schnell eine zweite, feinere, innere, parallele Contour, wie bei allen übrigen Nerven, anbildet.

---

[1]) Vergl. meine neuen Untersuchungen über den Bau der Nerven 2c. Fig. II.

[2]) Eine bildliche Darstellung dieser Verhältnisse s. in meiner Abhandlung über den Bau des elektrischen Organs des Zitterrochens in den Denkschriften der Königl. Societät der Wissenschaften in Göttingen. Bd. III. Fig. X.

großen Kugeln zeigen hier nur selten die Schicht farbloser Zellen ohne Kerne, welche die innere Oberfläche ihrer dicken Hülle auskleidet. Ihr Inhalt ist dunkler als in den Ganglien der Spinalnerven, und besteht aus größeren Körnchen, wodurch die Centralzelle mit ihrem Kerne schwerer sichtbar wird. Die kleinen Kugeln zeigen nicht mehr die mit Kernen versehenen Zellenschichten, welche denselben Gebilden in den Spinalganglien ein so merkwürdiges Ansehen verleihen; sondern die Oberfläche ihres Inhalts wird von kleinen Körpern oder Kernen bedeckt, welche rundlich oder polygonal sind und ein dunkel-ambragelbes Ansehen haben; sie messen 0mm,003 bis 0mm,006, und unterscheiden sich sehr von den Kernen der Hülle der dünnen Nervenröhren. Die Zahl und dunkle Farbe dieser Kerne verhindert oft, die Kernzelle dieser Ganglienkugeln wahrzunehmen. Ihr Inhalt ist sehr viel dichter, als der der Spinalganglien. e) Trotz diesen Verschiedenheiten ist es immer leicht, die Kugeln der breiten Röhren zu unterscheiden von denen der feinen und zwar durch die dickere Hülle der ersteren, durch deren regelmäßige, fast sphärische Gestalt und die plötzliche Insertion der breiten Fasern an beiden einander entgegengesetzten, in der Regel etwas abgeplatteten Polen. Die kleinen Kugeln lassen sich erkennen: durch die Dünne ihrer Scheide, durch ihre eiförmige, öfters sehr in die Länge gezogene Gestalt und durch ihre nicht so abgesetzte Insertion der von den ausgezogenen Enden entspringenden Fasern, was diesen Ganglienkugeln ein ganz eigenthümliches Ansehen giebt. f) Die feinen Röhren, welche die grauen, mit Ganglien versehenen Nervenfäden bilden, unterscheiden sich von den breiten Röhren durch ihren Inhalt, durch ihre Durchmesser und die engen, schwer zu sondernden Bündel. Die dünnen Röhren sind viel zahlreicher, als die dicken.

42. Robin stellte seine eben beschriebenen Beobachtungen vorzüglich an dem oben erwähnten Ganglion an, welches wegen seiner eigenthümlichen Lage leicht zu entdecken ist. Es liegt (auf jeder Seite eines) in der Höhle der unteren Hohlvene, nahe bei deren Einmündung in den Sinus Cuvieri. Es entspringen aus diesem Ganglion Zweige für die Leberarterien und andere Eingeweide; längs der Wirbelsäule findet man andere Ganglien, welche Zweige zu den Harn- und Geschlechtswerkzeugen senden und deren von den Rückenmarksnerven erhalten.

43. Man sieht aus diesen Beschreibungen, daß Robin im Wesentlichen dieselben Elemente und dieselbe Anordnung der Visceralganglien fand, wie ich sie aus Torpedo beschrieben habe. Kleinere Differenzen sind vielleicht aus der Verschiedenheit der von uns untersuchten Thierarten zu erklären. Ohne Abbildungen läßt sich übrigens keine genaue Vergleichung machen, und gerne gebe ich zu, daß Robin diese Parthie länger und genauer untersucht hat, während ich in den letzten Tagen meines Aufenthalts in Pisa erst an mehreren Exemplaren obige Untersuchungen anstellen und weiter führen konnte.[1])

---

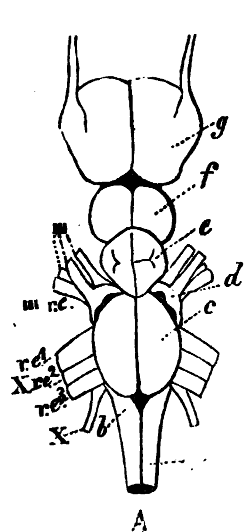
[1]) Robin sagt weiter a. a. O.!, indem er sich auf meine im Märzheft der Annales des sciences naturelles abgedruckte briefliche Mittheilung an Milne Edwards beruft, ich hätte die Unterscheidung beider Classen von Ganglienkugeln zwar verworfen, aber durch meine eigenen Abbildungen gerade einen Beleg hiezu gegeben. Ich hätte eine große Ganglienkugel und zwei kleine abgebildet, erstere rein auf die Rückenmarksnervenganglien, letztere auf die Visceralganglien beziehend, während beide Formen, nur in verschiedenen numerischen Verhältnissen, zusammen

4. Centralganglien.

44. Centralganglien nenne ich alle diejenigen Anhäufungen von Ganglienzellen, welche weder im Verlauf von Nerven, noch an deren Wurzelanfängen vorkommen, sondern welche in unmittelbarem Zusammenhang mit den eigentlichen Centraltheilen, Gehirn und Rückenmark, wie z. B. die elektrischen Lappen des Zitterrochens, stehen, äußerlich, wie letztere, als Anhänge hervorragen, oder auch wohl, wie z. B. die Oliven des Menschen und der Säugethiere, in Centraltheile selbst eingefügt sind.

45. Alle die hieher gehörigen Ganglien scheinen eine andere Anordnung ihrer Ganglienzellen zu haben, als die drei bisher beschriebenen Classen. Jede Ganglienzelle hat nämlich hier mehrere Ausläufer, deren eigentliche Natur, Verbindungsweise u. s. w. übrigens viel schwieriger erkennbar ist, als die der peripherischen Ganglien, wie man die drei oben beschriebenen Ganglienclassen mit einem gemeinsamen Namen bezeichnen kann.

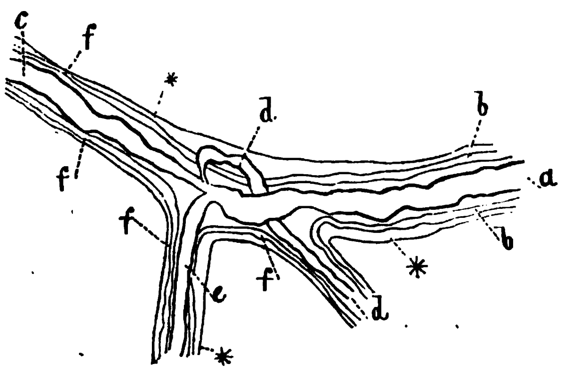
46. Ich wollte hier nur zunächst auf die Structur des elektrischen Lappens bei Torpedo eingehen, welcher ganz die Natur eines solchen Centralganglions hat, und der bekanntlich bei diesem Fische ausschließlich nach der Peripherie hin mit dem elektrischen Organe anatomisch und physiologisch zusammenhängt, mit den gewöhnlichen Wurzeln des N. vagus aber nur einen mehr äußerlichen Zusammenhang hat. Der elektrische Lappen, oder wie man richtiger sagen kann, die elektrischen Lappen, da es, gleich den Hemisphären, zwei vollkommen symmetrische Gebilde sind, bilden die nach den Hemisphären größte Abtheilung des gesammten Gehirns des Torpedo, wie sich aus folgender Darstellung ergiebt. Nachdem sich das Rückenmark a in seinen hinteren Strängen b zum verlängerten Mark entwickelt hat, und hier den Boden des hinteren Abschnittes der vierten Hirnhöhle als Rautengrube bildet, liegen hier mit sehr breiter Basis die vollkommen symmetrischen, eirunden, an der Grundfläche platten, nach oben gewölbten, in der Mittellinie zwar zusammenstoßenden, aber bis zur Basis völlig getrennten elektrischen Ganglien oder Lappen auf. Nach vorne von ihnen tauchen die Schenkel des verlängerten Marks als dessen fortgesetzte hintere Stränge, als ein Paar wie bei vielen Rochen gekräuselte Gebilde d d wieder empor, um an das kleine Gehirn e zu gehen. Vor dem kleinen Gehirne liegen die ansehnlichen Vierhügel f, und vor diesen die Lappen der Hemisphären g. Die Ursprünge der Hirnnerven sind mit römischen Ziffern bezeichnet. Mit dem N. trigeminus nur äußerlich verbunden, entspringt am weitesten nach vorne aus dem elektrischen Lappen der sogenannte Ramus electricus trigemini III. r. e.,



vorkämen. Robin wird sich jetzt überzeugen, daß ich diese Verhältnisse allerdings schon gleich nach meinen ersten Untersuchungen kannte, und in meiner kleinen Schrift beachtete. Die Mittheilung an Herrn Milne Edwards war zu kurz und zu aphoristisch, um darauf einzugehen.

Zitterrochen, und wählte hiezu vorzüglich die Augenmuskeln. Ich kam indeß zu keinem gewünschten Resultate, unstreitig auch mit deßhalb, weil die Thiere zu rasch abstarben und Muskeln kurz nach dem Tode schon nicht mehr jenen wünschenswerthen Grad von Transparenz gewähren, der zu diesen Untersuchungen unerläßlich ist. Bei Vögeln war ich nicht glücklicher. So wendete ich mich denn wieder an die Frösche. Hier bot sich das untere Augenlied zuerst dar, wo Henle, Kölliker u. A. schon die feineren Nervenfibrillen gesehen hatten. Ich kam aber auch hier zu keinem gewünschten Ziele.

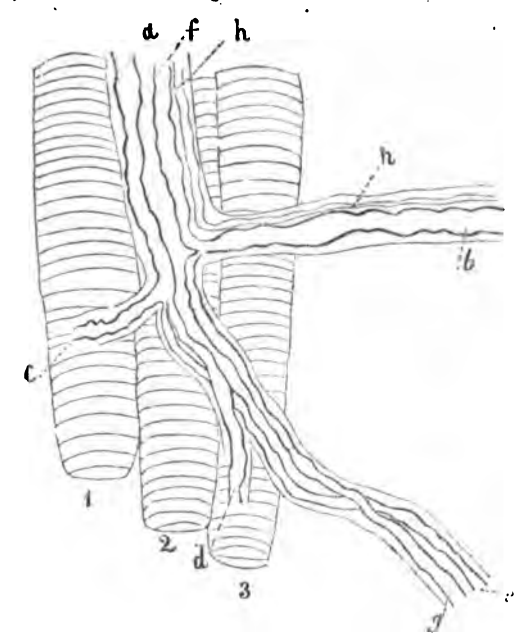
81. Ausgezeichnet geeignet zu dem Zwecke fand ich bald die langen, nicht zu dicken, platten, durchscheinenden, leicht zu isolirenden Muskeln, welche beim Frosch vom Zungenbein zur Zunge gehen. Hier erkannte ich denn bald in den Endplexus, in den bogenförmigen Verbindungen zwischen einzelnen Nervenästen, Verhältnisse, welche mir zeigten, daß die sogenannten Endschlingen nicht existiren, sondern daß eine Theilung der Nervenprimitivfasern schon stattfindet, ehe dieselben ihren Endverlauf in den Muskeln erreichen. Man sieht nämlich, daß oft hie und da einzelne stärkere Primitivfasern von gewöhnlichem Durchmesser, a der nachfolgenden Figur, aus



einem feinen Nervenast heraustreten, und, von ihrer Scheide ** begleitet, in der Richtung der Endplexus verlaufen. Schon hier sieht man, parallel mit a, ein Paar viel feinere, blassere Fasern, wohl auch Aeste von Primitivfasern, b, b, verlaufen. Auf einmal theilt sich die Fibrille a in drei feinere Aeste, c, d und e, wovon der mittlere, c, etwas stärker ist, gerade aus verläuft, während die beiden anderen Aeste, d und e, sich nach anderen Richtungen wenden. Alle diese Aeste haben dunkle Contouren, entspringen ganz ähnlich wie in den Markverzweigungen des elektrischen Organs, mit etwas schmaleren, blasseren Anfängen aus der Marksubstanz der Fibrille a, um dann wieder etwas anzuschwellen. Sie werden ebenso von der ziemlich weiten Scheide * * begleitet, und zeigen an ihren Seiten ebenfalls eine oder zwei parallel verlaufende blasse Fibrillen, f, f, wie b, b, deren Ursprung ich nicht ermitteln konnte, und welche vielleicht als Aeste, entfernter liegenden Fibrillen angehörten.

82. Solche Verhältnisse findet man unter gewissen Modificationen überall an den Winkeln wieder, die in den Endplexus vorkommen, in denen mehre Fibrillen sich austauschen. Ein anderes solches Beispiel giebt die folgende Figur.

Die Fibrille a, welche wahrscheinlich selbst schon ein Ast einer Primitivfaser ist, giebt da, wo sie im rechten Winkel mit einer anderen Fibrille, b,

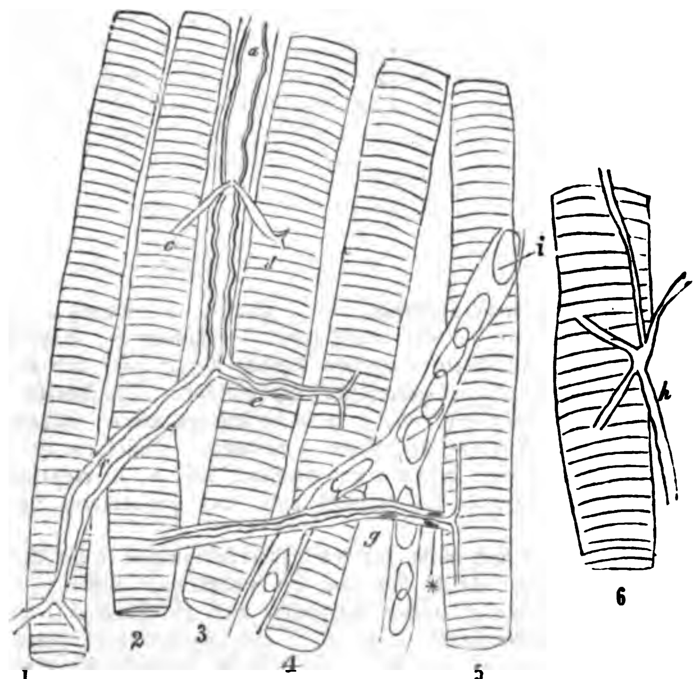


zusammenstößt, drei feinere Zweige, c, d und e, ab, wovon c für den Muskelprimitivbündel 1, d für den Bündel 3 bestimmt ist, während der mittlere, hier dünnste Zweig e in der Scheide weiter geht und mit dem Zweig g, der von b abgeht, gemeinschaftlich verläuft. Die Fibrille b hat nur zwei Zweige, wovon der eine, g, eben beschrieben wurde, während der andere, f, in der Richtung der Faser a verläuft. Außerdem ist in der Scheide ein dritter, weit feinerer und blasserer Ast, h, h, eingeschlossen, der im Winkel knieförmig sich umknickt und einen entfernteren Ursprung haben muß.

83. Bisher war noch nicht von den Endverzweigungen in der Substanz der Muskeln die Rede, welche sich ganz gut wahrnehmen lassen. Um sich hievon eine Vorstellung zu machen, vergleiche man die Figur 53, wo eine Parthie Muskelprimitivbündel, a, a, a, a, ein ungewöhnlich reiches Bild von Nervenendstrahlungen gewährt. Eine starke Fibrille mit doppelten Contouren, b, von $\frac{1}{250}$ Linie im Durchmesser, theilt sich gipfelständig bei c, einigermaßen ähnlich wie die Fibrillen im elektrischen Organ, in 8 Zweige von etwas verschiedenem Durchmesser. Sechs dieser Zweige sind abgerissen und verlaufen zu entfernteren Muskelbündeln; die Zweige d, d aber sieht man auf zwei verschiedenen Muskelbündeln, T und V, sich gabelförmig theilen, blasser werden und unter der Hülle des Muskels verschwinden. Eine andere, feinere Fibrille mit doppelten Contouren, e, geht in drei Endäste über, wovon zwei zum Muskelbündel III zu treten scheinen, während die auf Muskelbündel II verlaufende abgerissen ist. Bei f, f, liegen drei andere Fibrillenäste, von welchen zwei weiter laufen und abgerissen sind, während der dritte in g sich wieder gabelförmig theilt und für den Muskelbündel IV bestimmt ist. Drei andere Fibrillenäste, h, h, verlaufen quer und parallel über das ganze Präparat, während die ganz feine, $\frac{1}{500}$ Linie messende Fibrille i isolirt verläuft, und deutlich von einer Scheide

k umhüllt ist. In Fig. 54 sieht man diese letzte Fibrille sehr stark vergrößert und man unterscheidet dann noch die doppelten Contouren.

84. In der Regel theilen sich die Fibrillen in weniger Zweige als acht, welche Zahl mir, bei freilich nicht sehr zahlreichen Untersuchungen, als das Maximum erschien. Eine andere Fibrille mit vier auch gipfelständigen Endzweigen zeigt der Holzschnitt, welchen ich meiner mehrfach citirten kleinen Schrift: Neue Untersuchungen u. s. w. beigegeben habe. Nicht immer aber geben die Fibrillen solche Terminaläste ab, ich habe auch, freilich seltener, seitliche, kurze, unmittelbar zu den Muskeln tretende Endäste symmetrisch abgeben sehen, wo dann der Hauptstamm der Fibrille noch eine Weile fortging und sich wieder dichotomisch theilte. Ein solches Verhältniß mag die folgende Figur veranschaulichen.



Die Fibrille a, mit dunkeln Contouren, giebt nach beiden Seiten, c und d, zwei ganz feine, blasse, sehr kurze Fasern, welche sogleich zu den Muskelprimitivbündeln 2 und 3 treten und hier unter der dünnen Hüllenmembran verschwinden. Dann geht die Fibrille weiter und giebt noch die zwei längeren Aeste e und f, welche ihre gabelförmigen Endäste an die Muskelbündel 1 und 4 senden. Der Muskelprimitivbündel 5 empfängt einen besonderen, dünnen, anderswoher stammenden Zweig, g, der hier eine ziemlich weite Scheide mit blassen Kernen * * hatte. Der feine Zweig h, der zum Muskelbündel 6 geht, zeigt 4 feine Endästchen. In i ist ein Capillargefäß mit Blutkörperchen dargestellt. Hie und da fand ich kleine Endästchen, die wirklich nur $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{800}$ Linie maßen, ehe sie in den Muskelbündel eindrangen. Innerhalb des Muskelbündels konnte ich durchaus nichts mehr verfolgen. Zur Wiederholung der Untersuchung muß ich rathen, nur Präparate zu wählen, welche von so eben getödteten

Fröschen genommen wurden, so lange sie noch ganz transparent sind. Gerinnt das Plasma, so nimmt um gleiche Zeit auch die Muskelsubstanz bald eine leichte Trübung an, welche, wie bei der sogenannten Todtenstarre, schon der Untersuchung und Wahrnehmung Hindernisse bietet. Jedes Reagens, z. B. auch Essigsäure, ist ganz zu verwerfen.

85. Nach dieser Entdeckung der Endigung der Nerven in den willkürlichen Muskeln, bestrebte ich mich, auch den Verlauf und die letzte Ausbreitung in den unwillkürlichen aufzufinden, aber leider vergebens, und ich stand bald wieder davon ab, da sich mir kein passendes Object darbot, welches die Mühe zu lohnen schien. Es ging mir hier nicht besser, als Bidder und Volkmann. Ich wählte zuerst das Herz, aber so wenig ich hier im Stande war, über die Verbindung der Ganglienkörper in's Reine zu kommen, ebenso wenig gelang es mir, die Primitivfasern zu isoliren, und ihnen zwischen die übrigen Elemente nachzugehen. Ich versuchte es sodann mit den Vaguszweigen am Magen bei Torpedo. Hier muß ich bemerken, daß es mir gerade in den Parthien, von welchen ich Fig. 32 eine Abbildung gab, schien, als theilten sich einzelne Fibrillen dichotomisch. Aber es ist hier immer so vieles und dichtes Zellgewebe vorhanden, daß ich nie sicher sein konnte, ob nicht bei einer vermutheten Theilung vielleicht eher bloß zwei Fibrillen übereinander kreuzend verliefen.

86. Der Wunsch, wenigstens in einem rein sensiblen Nerven, zur Vergleichung, die peripherische Endigung scharf zu analysiren, veranlaßte mich, wieder den Hörnerven vorzunehmen. Ich wählte den Zitterrochen, da er mir gleichzeitig am meisten zur Hand war. Sowohl in den Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle, als auf dem Gehörsack, entdeckte ich leicht jene Endplexus, von denen ich früher Abbildungen gegeben hatte. Die ersten Ansichten schienen meinen früheren Anschauungen Recht zu geben, und wenn irgendwo, so ist hier noch eine Schlingenbildung wahrscheinlich. Indeß muß ich offen gestehen, daß ich zwar gekrümmte, bogenförmige Primitivfasern etwa in der Weise sah, wie sie Fig. 41 am elektrischen Lappen gezeichnet wurden, daß es mir aber nicht gelang, die zwei Schenkel aus oder zu der entsprechenden Oese so zu verfolgen, daß ich eine wirkliche Schlingenbildung annehmen konnte. Hie und da schien es mir selbst, als wenn eine Fibrille sich frei endigend, jedoch ohne Verfeinerung, an's Muttergewebe anlegte. In anderen Organen habe ich noch weniger zu einem Resultate gelangen können, und am allerwenigsten ist es mir je gelungen, in der Netzhaut, wo Valentin und Andere Endschlingen wahrgenommen haben wollen, auch nur solche scheinbare Bildungen zu entdecken. Die Haut, auch mit Essigsäure behandelt, ist weder beim Frosch, noch beim Zitterrochen geeignet, die Frage zur Entscheidung zu bringen. Sie bleibt viel zu undurchsichtig. In dem unteren Augenlied der Frösche sind die feinen (unstreitig durch Theilung verfeinerten) Primitivfasern in kleinen, oft an Fibrillen sehr armen Bündeln, leicht im Verlaufe zu verfolgen, doch habe ich denselben nicht bis an's Ende nachgehen können.

II. Kritische und theoretische Betrachtungen.

So fragmentar die vorstehenden Beobachtungen auch sind, so sind sie doch hinreichend, manchen physiologischen Anschauungsweisen eine festere Stütze zu geben, andere dagegen auf die Seite zu drängen, vielleicht auch

in mancher Hinsicht nur die Verwirrung in der Nervenphysiologie zu vergrößern.

Dies gilt namentlich in Bezug auf die Natur der Ganglien und die Lehre vom sympathischen Nerven. Jedenfalls geht aus meinen Untersuchungen hervor, daß wir der Lösung der Frage noch nicht so nahe sind, als man schon glaubte.

Wie außerordentlich haben nicht unsere Anschauungen von den einfachsten histologischen Verhältnissen der Nervensubstanz in den wenigen Jahren gewechselt, seit wir nur überhaupt angefangen haben, dieselben ein wenig besser kennen zu lernen! Kaum sind zehn Jahre verflossen, seit wir durch Ehrenberg und besonders durch Valentin zuerst auf Ganglienkörper oder Ganglienzellen aufmerksam gemacht wurden. Ehrenberg, der sie zuerst abgebildet hat, kannte sie jedoch nur von wirbellosen Thieren[1]). Erst Valentin beschrieb die Ganglienkörper als allgemeine und durchgreifende Formation im Nervensystem in seiner früheren, für die Histologie der Nerven so höchst wichtigen Arbeit[2]). Aber er nimmt hier zwei differente, eigenthümliche Urmassen des gesammten Nervensystems an, nämlich die »Kugeln der Belegungsformation«, unsere Ganglienzellen oder Ganglienkörper, und die »Primitivfasern«. Er sagt ausdrücklich: »Beide gehen nirgends in einander über, sondern befinden sich nur in dem gegenseitigen Verhältnisse der Juxtaposition.« Er hatte also, wie ich selbst und die Mehrzahl der Beobachter nach ihm, keine Ahnung von dem anatomischen Zusammenhange beider. Die von Remak beschriebenen und mit seinem Namen belegten Fasern[3]), die später Krause sehr passend Knötchenfibrillen genannt hat, und welche als histologische Elemente, als eine Art von Bindegewebe, vorzüglich in der Substanz der Unterleibsganglien vorkommen, habe ich nie für Nervenfasern halten können. Uebrigens sah Remak selbst keinen Zusammenhang dieser grauen Fasern mit den ächten, weißen, röhrigen Fibrillen. Obwohl Remak im Gehirn und in den Ganglien der Wirbellosen fadenförmige Verlängerungen der Ganglienzellen sah (von denen er aber nicht annimmt, daß es Ursprünge von Primitivfasern seien), so muß man doch, nach seinen Abbildungen zu schließen, sich überzeugen, daß er wahre Ursprünge der Primitivfasern von Ganglienzellen nicht gekannt hat. Dasselbe gilt auch von Purkinje's[4]) und Hannover's[5]) hieher gehörigen Arbeiten. Beurtheile ich deren Abbildungen recht, so zeigen dieselben nur, daß sie zackige und ästige Fortsätze oder fadenförmige Verlängerungen an den Ganglienkörpern der Centraltheile wahrgenommen, welche vielleicht identisch sind mit den von mir an den Ganglienkörpern des elektrischen Lappens beschriebenen granulirten Fortsätzen. Ein Blick auf Hannover's Abbildungen reicht mir, wie Volkmann, hin, mich zu überzeugen, daß diese Fortsätze keine wahren Nervenursprünge sind.

---

[1]) Beobachtung einer auffallenden, bisher unerkannten Structur des Seelenorgans. Berlin. 1836.

[2]) Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Nov. acta Acad. Leopoldin. Vol. XVIII. P. I.

[3]) Observationes anatomicae et physiologicae de syst. nervosi struct. Berol. 1838.

[4]) Im Berichte der Versammlung deutscher Naturforscher in Prag auch Isis von Oken. M. Abbild.

[5]) Mikroskopiske Undersögelser af Nervesystemet. Kiöbenhavn. 1842.

Bidder und Volkmann[1]) verdanken wir die wichtige Entdeckung von den relativen Dimensionen der Primitivfasern in verschiedenen Organen, wobei sie die feinen Primitivfasern als eine eigene Classe von Fasern, als sympathische Fasern, aufstellen. Beide nahmen an, was Volkmann später noch weiter ausführte[2]), daß die feinen Fasern in den Ganglien ihren Ursprung haben, und zwar in den Ganglienkugeln, von wo aus sie in besonders großer Zahl peripherisch verlaufen, zum Theil aber auch mit den Centraltheilen, Gehirn und Rückenmark, in Verbindung treten. Die Ganglien sind, nach Volkmann, selbst Centralorgane, und alle Ganglien sind Ursprungsstätten sympathischer Fasern. Volkmann hatte indeß doch eigentlich den Ursprung von Nervenfasern aus Ganglienzellen nicht wirklich gesehen, sondern nur mehr präsumirt. Kölliker war es, welcher wirklich in einigen wenigen Fällen in verschiedenen Thierclassen (namentlich bei Fröschen und Säugethieren) Fasern als unmittelbare Fortsetzung der Ganglienkörper erkannte[3]). Er scheint aber nur eine Absendung der Fasern und zwar in peripherischer Richtung anzunehmen. In den wirbellosen Thieren hat vorzüglich Will[4]) den Ursprung von Nervenfasern aus Ganglienzellen, aber auch nur in einseitiger Richtung, nachgewiesen, wobei er annimmt, daß auch Ganglienkörper aus entfernten Ganglien auf diese Weise unter einander verbunden werden.

Man sieht, wie durch die neuesten, in ihren wichtigsten Theilen ganz übereinstimmenden Untersuchungen, von Robin und mir, die ganze Lehre von den Ganglien und den sogenannten sympathischen Fasern in ein neues Stadium der Entwickelung tritt. Durch diese Untersuchungen wird, wenn aus ihnen alle Consequenzen gezogen werden dürfen, die ich selbst nicht einmal daraus ziehen will, die frühere Valentin'sche Ansicht, wonach sich niemals Belegungskugeln (Ganglienkörper) mit Fasern combiniren sollen, völlig auf den Kopf gestellt. Ebensowenig aber läßt sich die Volkmann-Kölliker'sche Ansicht halten, wonach die Ganglien als Centralkörper Primitivfasern nach der Peripherie entlassen.

Prüfen wir den Stand der Sache etwas genauer, so muß die erste Frage die sein: Geht wirklich in allen Ganglien von jeder Ganglienzelle eine Faser nach der Peripherie, eine andere nach dem Centrum, und entspringen nie mehr als zwei solche Fasern von einer Zelle?

Diese Frage läßt sich für alle Cerebrospinalganglien und Visceralganglien, für alle einzeln in Nervenzweigen vorkommende Ganglienkörper mit höchster Wahrscheinlichkeit durch Ja beantworten. Robin und ich sahen niemals einen einseitigen Faserursprung, wo die Gebilde unverletzt waren, und wenn ich ein paar Mal zweifelhaft sein konnte, ob an der einen Seite die Faser wirklich abgerissen war oder nicht, so verschwinden diese Fälle vor der ungeheuern Mehrzahl derjenigen, wo ein bestimmter Abgang von Fasern nach Peripherie und Centrum nachgewiesen werden konnte. In Spinalganglien habe ich viele Tausend Fasern auf diese Weise entstehen sehen, und ebenso ist es mir bei einer großen Anzahl von Fibrillen im Trigeminus geglückt, auch bei einer nicht unbeträchtlichen Menge in

---

[1]) Die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven. Leipzig. 1842.
[2]) Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Art. Nervenphysiologie.
[3]) Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. Zürich. 1845.
[4]) Müller's Archiv f. 1844.

Visceralganglien. Ich habe einzelne Spinalknoten vollständig unter dem Mikroskop analysirt, und keine einzige durchtretende Faser, keine einseitig abgehende wahrgenommen. Da man nicht scrupulös genug sein kann, und sich bis jetzt schon im Nervensystem nach den einzelnen Partien kleine Verschiedenheiten genug zeigen, so will ich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, daß nicht von mir untersuchte Ganglien vorhanden sind, wo das Verhältniß ein anderes ist, obwohl ich individuell von der Allgemeinheit der Geltung des Gesetzes für alle Ganglien überzeugt bin.

Eine zweite Frage ist die: Ist die Zusammensetzung der Ganglien, welche Ihr bei den Fischen gefunden habt, auch wirklich dieselbe beim Menschen und den anderen Wirbelthieren? Hier kommt es darauf an, wie weit sich das Gesetz der Analogie in Anwendung bringen läßt. Wenn man aber bedenkt, daß die histologischen Verhältnisse der Nervensubstanz, namentlich die der Primitivfasern, die allgemeine Anordnung der Nerven und ihrer Wurzeln im Verhältniß zu Gehirn und Rückenmark, die physiologischen Verhältnisse der Empfindung und Bewegung, bei allen Wirbelthieren auf wesentlich gleichen Basen ruhen, so wird man auch diese Frage bejahend beantworten müssen. Unmöglich können unter gleichen übrigen Verhältnissen so wichtige Bedingungen wie die berührten anatomischen der Ganglien schwanken. Uebrigens lassen sich auch direkte Beweise, wenn schon mit viel größerer Schwierigkeit, bei anderen Wirbelthieren herstellen. Neuere, in Göttingen angestellte Beobachtungen beim Frosch, haben Nervenursprünge in den Spinalknoten von Ganglienkugeln aus nach der Peripherie und nach dem Centrum, ganz wie bei den Rochen, nachweisen lassen. Hier erweist sich wiederum der Werth zootomischer Studien und der vergleichenden Anatomie für die Physiologie überhaupt, daß es uns in der Reihe der Thierwelt oft gelingt, in einem Wesen eine Bildung mit höchster Klarheit und Deutlichkeit wahrzunehmen, welche bei tausend anderen viel mehr verhüllt und der Beobachtung nicht so zugänglich ist.

Halten wir uns zunächst bei der weiteren Betrachtung an die Rückenmarksnerven, die für alle Fundamentaluntersuchungen über das Nervensystem, wie z. B. für den Bell'schen Lehrsatz, die klarste und überschaubarste Grundlage gewähren, so steht für dieselben zunächst bei Torpedo, mit einigen Modificationen aber auch bei den übrigen Wirbelthieren, Folgendes fest:

1) Alle hinteren Wurzeln sind mit einem Ganglion versehen.
2) Alle vorderen Wurzeln sind ohne Ganglien.
3) Die hinteren Wurzeln sind rein sensibel;
4) daher bei der Reizung weder diesseits noch jenseits der Ganglien Zuckungen in den Muskeln vorkommen.
5) Die vorderen Wurzeln sind rein motorisch.
6) Beide Wurzeln enthalten im größten Ueberschuß breite oder dicke, in nur geringer Zahl feine oder ganz feine Fibrillen.
7) Da, wo die Wurzel diesseits des Ganglions dicker erscheint, als jenseits, wird dies nicht durch vermehrte Zahl der Fibrillen, sondern durch größere Dicke der Scheiden, vielleicht auch des Marks, bewirkt.
8) Alle Fasern, dicke und dünne, treten vom Rückenmark aus im Ganglion mit Ganglienkörpern in die oben beschriebene anatomische Verbindung, und die Ganglienkörper entlassen ebenso wieder Primitivfasern zur Peripherie.
9) Beim Eintritt in die Ganglienzelle hört das ölähnliche Mark der Fibrille auf, es erscheint eine Füllung mit feinkörniger Masse, welche

das Mark beider Fibrillen trennt; die Scheiden aber gehen in einander über.

10) Große Ganglienzellen stehen im Allgemeinen mit dicken Fasern, kleine mit dünnen Fasern in Verbindung, jedoch kommen Uebergänge vor.

Sind diese Sätze alle richtig, so muß man als eine höchst wichtige Consequenz weiter schließen, daß alle sensiblen Fasern, welche sich aus der Peripherie in den Spinalganglien sammeln, sich mit Ganglienzellen combiniren, während die motorischen Fasern dieser Combination gänzlich ermangeln.

Kann man nun dies Gesetz weiter ausdehnen, auf alle sensiblen und motorischen Fasern?

Hier mangeln noch die nöthigen Untersuchungen. Aber die größte Wahrscheinlichkeit spricht dafür. Beim Zitterrochen haben die elektrischen, centrifugal, gleich den motorischen, leitenden Nerven keine Ganglien, und beim fünften Nervenpaar gelten in Bezug auf sensible und motorische Wurzeln ganz dieselben Gesetze, wie für die Spinalnerven. Volkmann, Valentin u. A. m. sind der Meinung, daß die Cerebrospinalganglien auch motorische Fasern enthalten. Ich will die Möglichkeit nicht läugnen; aber hier müßte dann erst nachgewiesen werden, ob in solchen Ganglien nicht, wie im Verlaufe des Vagus, durchtretende Fibrillen vorkommen, welche keine Combination mit Ganglienkörpern eingehen. Man pflegt für die motorische Natur der Ganglien in der Regel nur solche Nerven anzuführen, wie den vagus, accessorius, glossopharyngeus, wo die anatomischen Verhältnisse viel zu zusammengesetzt sind, um ein klares Urtheil zu fällen.

Noch schwieriger ist die Entwicklung dieser Verhältnisse zur Zeit bei allen den Zweigen des Vagus und Sympathicus, welche in die Brust und in den Unterleib treten, und es läßt sich eine exacte Analyse darüber nicht geben. Höchst wahrscheinlich aber, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, giebt es in den Abdominal-, vielleicht auch den Herzganglien, durchtretende Zweige, deren motorische oder sensible Natur aber erst zu ermitteln ist.

Nicht mit derselben Sicherheit läßt sich eine andere, sehr wichtige Frage entscheiden, nämlich die: Giebt es verschiedene Classen von Ganglienkörpern, wie es verschiedene Classen von Fasern, dicke und dünne, giebt, oder mit anderen Worten, spricht in Bezug auf Größe und Bau irgend Etwas dafür, daß man eigene Ganglienkörper annehmen kann, welche den dünnen, sogenannten sympathischen oder nutritiven Fasern entsprechen, andere, welche mit den breiten, gewöhnlichen Cerebrospinalfasern Combinationen eingehen?

Die Beantwortung dieser Frage hängt auf das innigste mit der ganzen Annahme von eigenen sympathischen Fasern zusammen.

Bei sorgsamer Prüfung meiner Beobachtungen, kann ich nur die Thatsache bestätigen, welche Bidder und Volkmann zuerst aufgestellt haben, daß es allerdings Fasern von so verschiedenen Durchmessern giebt, daß man in den Extremen zwei Hauptclassen, breite und schmale, annehmen kann, zwischen welchen es zwar Uebergänge, sogenannte mittelfeine Fibrillen giebt, welche letztere aber im Verhältniß zu den extremen Formen, Alles zusammen genommen, die bei weitem seltensten sind. Es können, wie in den meisten Nervenwurzeln, in allen willkürlichen Muskeln die breiten Fasern in sehr großem Ueberschuß vorhanden sein, ja sie können sich ausschließlich zeigen, wie im elektrischen Organ; oder es können die ganz

dünnen Fasern in weit größerer Zahl auftreten, wie in den Assimilationsorganen, und überhaupt allen Gebilden mit unwillkürlichen Muskelfasern. Nie aber habe ich gesehen, daß die mittelfeinen Fasern, die von etwa $\frac{1}{300}$ Linie im Durchmesser, massenweise auftraten. Es ist hier in den Elementen des Nervengewebes ganz anders, als z. B. bei den Blutkörperchen, und überhaupt den meisten Elementarorganen, wo zwar auch bedeutende Größenoscillationen vorkommen, wo aber die mittelgroßen die Hauptmasse bilden, die größten und kleinsten dagegen bei weitem in der Minderzahl auftreten. Jedenfalls scheint mir ein ganz bestimmtes, bei einzelnen Thieren zwar variirendes, aber im Ganzen übereinstimmendes Gesetz obzuwalten, wornach die breiten oder dünnen Fasern in einzelnen Organen vorherrschen. Alle meine Untersuchungen, auch an anderen Thieren, stimmen in dieser Hinsicht mit den Volkmann'schen überein, und die Beobachtungen am Zitterrochen geben nur eine weitere Bestätigung ab.

Im Uebrigen halte ich aber die feinen Fasern für ganz identisch gebaut mit den breiten. Beide haben, auch die feinsten, bei starken Vergrößerungen, doppelte Contouren und eine feine Hülle. Die doppelten Contouren entstehen nur bei den feinen Fasern etwas weniger rasch, was aber auch der Fall ist bei den gleichfalls dünneren Aesten der Primitivfasern im elektrischen Organe.

Die feinen Fasern aber sympathische oder nutritive zu nennen, dürfte noch nicht ganz gerechtfertigt sein, da sie jedenfalls keinen eigenthümlichen Nerven zugehören, sondern ganz, wie alle Cerebrospinalfasern, aus Gehirn und Rückenmark entspringen, und in verschiedenen Nerven nur in verschiedener Menge gefunden werden, beim Zitterrochen und überhaupt den niederen Wirbelthieren, z. B. in größter Häufigkeit in den Abdominalzweigen des Vagus.

Was die Ganglienkörper betrifft, so zeigt sich in Bezug auf die numerischen Verhältnisse ihrer Größen eine beträchtlichere Verschiedenheit, als in den Fasern; es kommen mehr mittelgroße vor, obwohl allerdings in den Ganglien der Spinalnerven z. B. viel mehr große als ganz kleine, im Ganglion gastricum viel mehr kleine als große. Hie und da entspringen auch an der einen Seite eines Ganglienkörperchens dicke oder mittelfeine, an der anderen feine Fasern, vergl. §. 14. Eirunde und kugelrunde Zellen kommen unter den großen und kleinen vor; doch sind die ganz runden bei den großen Fibrillen, die ovalen bei den feinen vorherrschend. Auch die innere Structur ist gleich.

Alles wohl erwogen, finde ich zwar keine so scharfen Unterschiede als Robin, will jedoch nicht läugnen, daß im Allgemeinen feine Fasern und kleine Ganglienzellen, dicke Fasern und große Ganglienkörper sich entsprechen.

Ist dies der Fall, giebt es wirklich ein eigenes System von dünnen Fasern und entsprechenden kleinen Ganglienzellen, so ist dies jedenfalls nur ein in das übrige Cerebrospinalsystem eingeschobenes, in diesem selbst aufgehendes, und der Begriff des sympathischen Nerven würde sich anders stellen, als es bisher geschah.

Man müßte ihn so definiren: Aus Gehirn und Rückenmark entspringen dicke und dünne Fasern, welche letztere vorzüglich zum Herzen, an die Gefäße, an die vegetativen Organe treten, und sparsam mit anderen dickeren Fasern verbunden, den sogenannten sympathischen Nerven constituiren,

aber auch in anderen Nerven, namentlich im Gebiete des N. vagus vorkommen.

Hier entsteht noch eine wahrscheinlich bejahend zu beantwortende Frage, nämlich: treten alle Fibrillen im Körper nur einmal durch Ganglienkörper, d. h. legen sie sich an solche an, oder kann eine Fibrille, welche z. B. an eine Ganglienzelle getreten ist, und wo auf der anderen Seite wieder eine Fibrille austritt, kann diese letztere vor ihrer Endausstrahlung im Unterleib noch ein zweites Mal eine Combination mit einem Ganglienkörper eingehen, so daß das Mark eines einfachen leitenden Elementes (des öligen Inhalts einer Faser) zwei oder mehr Mal von der feinkörnigen Substanz einer Zelle, unbeschadet der Leitung selbst, unterbrochen werden?

Nach dem, was ich beobachtet habe, möchte ich mich zur Ansicht hinneigen, daß es sowohl grobe, als feine motorische Fasern ohne Verbindung mit Ganglienkörpern, und grobe und feine sensible Fasern giebt, die immer mit Ganglienkörpern sich combiniren. Dies scheint aus der Betrachtung der Rückenmarkswurzeln und der Vaguszweige hervorzugehen.

In den sogenannten sympathischen Zweigen (wohin ich übrigens fortwährend alle Visceraläste des Vagus rechne) kommt außerdem noch ein anderes Moment in Betracht. Offenbar ist es nicht gleichgültig, daß die Primitivfasern hier auf eine andere Weise als im übrigen Theile des peripherischen Nervensystems durch Schichten von Bindegewebe (§. 34) und öfters in den Ganglien durch Niederschläge von Kernen und Knötchenfibrillen umgeben werden.

Auffallend ist es mir immer gewesen, wahrzunehmen, daß in den Visceralganglien ganz ähnliche Elemente zwischen den Primitivfasern vorkommen, wie im Gehirne, nämlich feinkörnige Massen mit eingesprengten Kernen. (§. 35.)

Offenbar hat man für die Folge auch hierauf seine Aufmerksamkeit zu richten, in wie weit diese Muttermasse der Substanz der Cerebraltheile ähnlich, in wie weit die anderen zellgewebigen Schichten, und in wie weit das Vorherrschen der feinen Primitivfasern in den der willkürlichen Bewegung und der normalen Empfindung entzogenen Organen (womit gleichzeitig das Vorherrschen der kleinen Ganglienzellen in Verbindung steht), als mechanische Momente, einen Einfluß auf die Eigenthümlichkeit jener Parthien des Nervensystems ausüben, welche wir mit dem Ausdruck des „Nervus sympathicus“ in eine gemeinsame Kategorie zu fassen pflegen.

Mit vagen Hypothesen hierüber will ich die Leser nicht ermüden. Aber das scheint mir jetzt gewiß, daß das physiologische Geheimniß in der modificirten Thätigkeit der, sonst mit den Cerebrospinalnerven identischen, sympathischen Fasern nicht in dem vermeintlichen Ursprung aus den Ganglienzellen, allerdings aber zum Theil in der vermuthlichen mehrfachen Einschiebung derselben, liegen kann. Andererseits scheint es mir aber wahrscheinlich, daß die Feinheit der Elemente etwas Wesentliches für das sympathische System ist. Am fruchtbarsten dürfte sich auch hier vielleicht die Vergleichung mancher Gesetze in der Elektrizitätslehre erweisen, und am Ende liegt hier etwas Aehnliches zu Grunde, wie beim Ohm'schen Gesetz in den Dimensionsverhältnissen der Leiter des galvanischen Stroms, wobei wir für eine weitere Vergleichung allerdings erst die mechanische Anordnung und die Endigung der sympathischen Fasern in den Central-

theilen kennen müßten, d. h. die neuromotorischen Elemente und ihre Verhältnisse zu ihren Leitungsdrähten, den Primitivfasern[1]).

Die peripherischen Ganglien erweisen sich nach meinen obigen Untersuchungen nicht mehr als Multiplicationsorgane für die Primitivfasern. Die Ganglienzellen sind weder Belegungsgebilde, noch Ursprungselemente für die Fasern. Es sind vielmehr immer — sofern nicht weitere Beobachtungen eine Verschiedenheit in der Natur der Ganglienkörper nachweisen — in den Verlauf der Primitivfasern eingeschobene Elementarorgane, welche weder die Isolation jeder einzelnen Faser, noch die Correspondenz einer

---

[1]) Es sei mir erlaubt, hier noch ein Paar Worte als Erläuterung meiner obigen Andeutung hinzuzufügen. So lange wir nicht die Gesetze der Erregung und Leitung des Nervenprincips eben so genau kennen, wie das der Elektrizität, wird man bei Parallelisirung beider Thätigkeiten nur zu leicht in's Wilde und Blaue gerathen. Sonst aber halte ich es recht wohl für möglich, daß wir uns nahe an der Schwelle einer großen Entdeckung über das wahre Verhältniß der Nervenkraft zur Elektrizität befinden. Eine solche Entdeckung würde aber für die gesammte Naturlehre noch weit wichtiger sein, als die Oersted'schen und Faraday'schen mit Recht so berühmt gewordenen Entdeckungen. Was meine obige Bemerkung betrifft, so will ich hier nur so viel sagen. Mir scheint in dem Dimensionsverhältniß der Nervenprimitivfasern und in der Zwischenlagerung von punktförmiger Substanz zwischen das leitende Mark der Fibrillen in den Ganglienzellen Etwas zu liegen, was mit der Quantität und Intensität der Elektrizitätsströmung in den Leitern der Kette große Verwandtschaft hat. So wie die Größe der Querschnitte der Leitungsdrähte der Kette von großem Einfluß auf die Stromstärke ist, so ist es sehr wahrscheinlich, daß dasselbe von dem Durchmesser, d. h. der Größe der Querschnitte der Primitivfasern, als Leitungsdrähte des in den Centraltheilen erzeugten Nervenagens, gilt. In den dickeren Fibrillen, welche sich vorzugsweise an die willkürlichen Muskeln, an das elektrische Organ verbreiten, wird somit eine stärkere Entwicklung des Nervenprincips stattfinden können. Auf die raschere und kräftigere Erregung an der Endausbreitung hat dann vielleicht auch die Endtheilung der Primitivfasern Einfluß. Weitere Untersuchungen und Vergleiche müßten dann lehren, in wie weit die anderen Gesetze, welche bei der Zertheilung des elektrischen Stroms in der Kette gelten, in wie weit z. B. die Größe der Nervenströmung in den leitenden Fibrillen in Proportion steht zu deren Kürze, Dicke, Structur ihres Marks u. s. w. Auf die sympathischen Fasern angewendet, würde sich hieraus die geringere Intensität der Effekte der Reize, sowohl auf deren motorische als sensitive Elemente, erklären lassen. Ja auch auf die Natur der Ganglienzellen würde einiges Licht fallen. Offenbar muß die Leitungsfähigkeit in einer in Molekeln aufgelösten Nervensubstanz, wie eben in den Ganglienzellen, eine andere sein, als in dem continuirlichen Nervenmark der Fibrillen. Man könnte sich hieraus die Schwächung in der Fortpflanzung gewöhnlicher Reize erklären, wenn man annimmt, wie es wahrscheinlich gemacht wurde, daß die sensitiven sympathischen Fasern in ihrem centralen Verlaufe mehrfach von Ganglienzellen unterbrochen werden. Ja vielleicht dürfen überhaupt die peripherischen Reize nicht unmittelbar, d. h. in voller Intensität durch das Mark der Fibrillen auf die neuromotorischen Elemente der Centraltheile fortgepflanzt werden, und es werden daher alle sensitiven Fasern vor ihrem Eintreten in's Gehirn und in's Rückenmark durch die punktförmige Substanz des Inhalts der Ganglienzellen unterbrochen. Man sieht, daß zur Bestätigung oder Widerlegung dieser Hypothese den Experimenten über Intensität der Fortpflanzung der Reize und des parallelen Reflexes auf motorische Organe sich eine ganz neue Bahn öffnet, wozu vielleicht gerade die Plagiostomen geeignet sind. Vergl. übrigens über diesen Gegenstand noch die Anmerkung weiter unten bei Gelegenheit der molekularen Auflösung des Nervenmarks in den Endzweigen der Nerven des elektrischen Organs. Auch die vortrefflichen Untersuchungen von E. Weber im Artikel: Muskelbewegung würden zu manchen Betrachtungen Veranlassung geben. Denn gewiß sind die verschiedenen Wirkungen des discontinuirlichen elektrischen Stroms auf animale und organische Muskeln proportional den mechanischen Anordnungen der diese Gebilde construirenden histologischen Elemente, ihrer Substanz sowohl, als der ihrer Nerven.

jeden Fibrille mit entsprechenden Punkten in dem Centrum und in der Peripherie vernichten. Inwiefern sie bei der Intensität, der Wirkung und Ausstrahlung des Nervenprincips betheiligt sind, oder was sie sonst für eine Bedeutung in den Aeußerungen der Nerventhätigkeit haben, ist zur Zeit gänzlich unbekannt. Da sie aber, wie es scheint, ganz vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, nur den centripetalleitenden oder sensitiven Fibrillen interponirt sind, so scheint es, daß sie für die Fortpflanzung der Reize von der Peripherie nach dem Centrum von Bedeutung sein müssen. Sollten die Ganglienzellen hier vielleicht die Intensität in der Fortpflanzung der Reize mäßigen, so würde es jedenfalls von doppeltem Interesse sein, zu erforschen, ob in den Assimilationsorganen eine Fibrille durch mehrere Ganglienzellen unterbrochen ist, was man wenigstens vermuthen darf, weil hier die Menge der Ganglien sich so sehr vermehrt. Sollte die Feinheit der Elemente, der starke Schutz der Fasern und Ganglienzellen durch Zellgewebe und Knötchenfibrillen hiebei in Betracht kommen, wo es dann pathologischer, d. h. intensiverer Reize als der gewöhnlichen bedarf, um dieselben im Bewußtsein topisch mehr oder weniger klar zu unterscheiden?

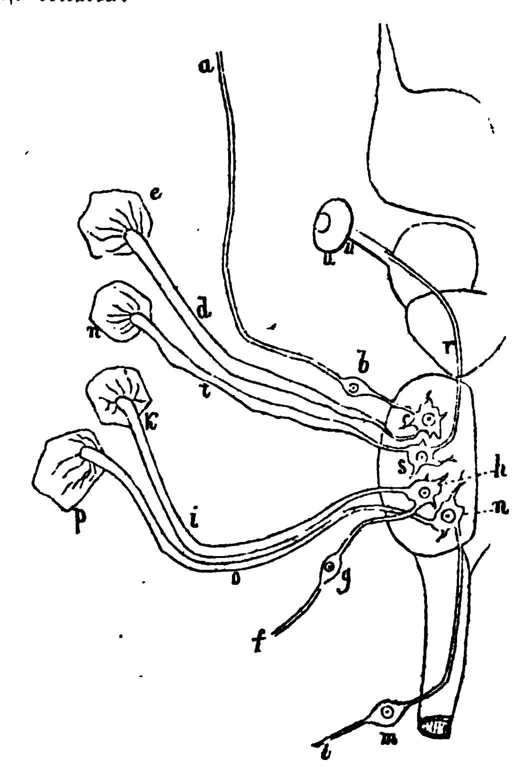
Ich komme nun zur Betrachtung der Centralganglien. Hier habe ich es außerordentlich zu beklagen, daß ich weder im Stande war, die Histologie der elektrischen Lappen vollständig zu verfolgen, noch diejenigen Beobachtungen und Versuche anzustellen, welche sicher mancherlei interessante Aufschlüsse gewährt haben würden. Ich verschob diese weiteren Forschungen von dem weniger günstigen Aufenthalt in Pisa, wo die Thiere meist halbtodt ankamen, auf Venedig und Triest, war aber hier durch Mangel an Zeit und Ungunst anderer Verhältnisse nicht im Stande, meine Beobachtungen weiter zu verfolgen. Meine Experimente beschränkten sich größtentheils auf die Wiederholung der bereits von Matteucci gemachten. Mit größter Leichtigkeit würden sich sonst andere Versuche in Bezug auf direkte und indirekte Reizung, Reflexthätigkeit, Mitbewegung u. s. w. haben ausführen lassen. Ich bin überzeugt, Vieles, was uns der Frosch gelehrt hat und noch lehren kann, würde durch ähnliche Untersuchungen an elektrischen Rochen ergänzt und erweitert werden können, ja ich glaube, daß wenn irgendwo, es hier gelingen wird, die Mechanik der Reflexbewegung zu entdecken und graphisch darzustellen. Alle Studien, die man neuerdings über die Herzbewegung und deren Abhängigkeit vom verlängerten Mark gemacht hat, sowie die über die Abhängigkeit der Bewegung der Lymphherzen von bestimmten Parthien des Rückenmarks, würden bei einer Vergleichung mit dem Wechselverhältniß zwischen elektrischen Organen und elektrischen Lappen neue Anregungen erhalten, und eine Lösung der Erkenntniß der mechanischen Vorgänge versprechen.

Vergleiche ich den Bau des elektrischen Lappens oder, wie man kurzweg sagen kann, des elektrischen Ganglions mit einem Spinalganglion (das ich von den peripherischen Ganglien deshalb wähle, weil wir es am besten kennen), so erscheinen folgende Verschiedenheiten:

1) Die Ganglienkörper im elektrischen Ganglion sind gleich den Ganglienzellen und Kernen in anderen Parthien des Gehirns und verlängerten Marks in eine feinkörnige Masse als Muttergewebe eingebettet.
2) Sie sind von viel reicheren Gefäßnetzen umsponnen, welche in den peripherischen Ganglien überhaupt viel sparsamer sind.
3) Sie haben entweder, wie mir wahrscheinlich ist, gar keine oder eine verschwindend feine Hülle.

4) Sie haben meistens, vielleicht immer, eine verschiedengroße Anzahl von unmittelbaren, aus ihrer Substanz hervorgehenden Fortsätzen, welche
5) höchst wahrscheinlich theils als Ursprünge für peripherische Fasern, theils
6) zur Verbindung der Ganglienkörper untereinander dienen.
7) Zeichnen sie sich durch Größe und ansehnlich starke Entwickelung ihrer bläschenartigen Kerne aus.
8) Sind sie jedenfalls die centralen Elementarorgane für die den willkürlich- und reflexmotorischen Muskelnervenfibrillen höchst verwandten elektrischen Primitivfasern, mithin
9) sind die elektrischen Lappen im Gegensatz gegen die rein sensitiven Spinalganglien ausschließlich oder vorzugsweise motorischer Natur, wie aus den mitgetheilten Experimenten klar hervorgeht.

Ist es erlaubt, aus meinen fragmentaren anatomischen und physiologischen Beobachtungen eine Theorie der Mechanik der Reflexbewegung vorläufig nur als Hypothese aufzustellen, so würde ich den Vorgang auf folgende Weise erklären:



Gesetzt, es wird der peripherische Endpunkt a einer Fibrille des Trigeminus aus dem zweiten Ast berührt, der sich an die Haut des vorderen Randes der Scheibe des Zitterrochens verzweigt, so wird der Reiz nach dem Gesetze der centripetalen Leitung durch den Ganglienkörper im Ganglion Gasseri b auf den Ganglienkörper des elektrischen Lappens c fortgepflanzt; dieser centrale Ganglienkörper überträgt denselben als neuromotorisches

Elementarorgan auf die von demselben entspringende Fibrille d in dem sogenannten ramus electricus trigemini, welcher sich im vorderen Theil des elektrischen Organs verbreitet; hierauf folgt eine Entladung des Organs in der Platte e, auf der sich diese Fibrille verzweigt. Für jede beliebige Faser von gleichem Verlauf gilt natürlich dasselbe.

Daß aber Parthien des elektrischen Organs für sich, z. B. die vordere, auf Berührung und Reizung vorderer Hautparthien des Körpers sich entladen können, ist gewiß (vergl. §. 62). Dasselbe gilt von den hinteren Parthien des elektrischen Organs. Reizt man den Hautpunkt f, der vermuthlich vom Seitennerven seine Primitivfasern bekommt, so pflanzt sich der Eindruck der Fibrille durch die dem entsprechenden Nerven eingelegten Ganglienzellen in g fort zum elektrischen Lappen, wo sich die Fibrille an den Ganglienkörper h setzt, welcher die von demselben entspringende elektrische Fibrille i in Thätigkeit setzt und eine Entladung auf der Platte k veranlaßt. Packt man das Thier tiefer am Körper, so kann der Reiz bei l durch die entsprechende Fibrille l auf die Zelle des Spinalganglions m übertragen werden, und von hier weiter durch Rückenmark und Gehirn auf den elektrischen Ganglienkörper n wirken, welcher eine Faser o durch den vierten ramus electricus auf die Platte p schickt.

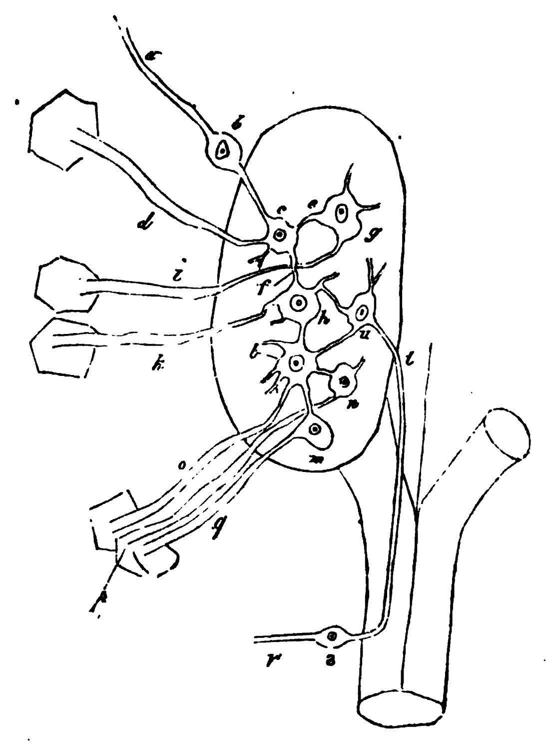
Direkte Reizungen würden sich ebenso erklären. Reizt man mit einer Nadel den linken lobus opticus (Seh- und Vierhügel) q, so erfolgt (vergl. §. 60) zuweilen eine Entladung, die man sich durch Fortleitung des Reizes auf die Fibrille r zum Ganglienkörper s und zur elektrischen Faser des Trigeminus t erklären kann.

Der Fisch kann willkürliche Entladungen geben, oder auf Seheindrücke z. B., gleich dem elektrischen Aal, Schläge ertheilen, um sich seiner Beute zu bemächtigen. Ein solcher Eindruck auf der Retina im Auge u würde nun auf gleiche Weise durch den Sehnerven v sich, wie in dem eben gegebenen Beispiele, auf q, r, s, t, w fortpflanzen.

Setzt man statt elektrisches Organ: Muskel, und nimmt man dafür im Rückenmark und verlängerten Mark ähnliche Verhältnisse von Ganglienkörpern zu Fibrillen an, so würden hier dieselben Gesetze gelten.

Nun können aber, genau wie im Muskelsystem z. B. beim Frosch, auf Reizung einzelner Hautstellen mit Essigsäure, Bewegungen entstehen, die sich auf größere Muskelparthien verbreiten (sogenannte Mitbewegungen), auch ein- und mehrfache Entladungen des ganzen elektrischen Organs erfolgen, obwohl dieselben meist nur eintreten, wenn man viele Punkte auf der Haut der Scheibe des Thieres, und zwar oben und unten zugleich, reizt, wobei man ein Gefühl hat, als bekäme man von verschiedenen galvanischen Batterien von verschiedenen Seiten her Schläge.

Den Mechanismus der Mitbewegungen würde nach meinen anatomischen Beobachtungen folgendes Schema erklären. Die Fibrille a aus einem sensiblen Zweig des Trigeminus pflanzt ihren Eindruck durch die peripherische Ganglienzelle b zum centralen Ganglienkörper c fort; dieser trägt den Reiz nicht bloß auf die Faser d über, sondern durch die beiden Fortsätze e und f auch auf die Ganglienkörper g und h, welche die von ihnen entspringenden elektrischen Fibrillen i und k anregen. Nun communicirt aber der Ganglienkörper h auch durch einen Fortsatz mit dem Körper l, und dieser mit m und n, wodurch dann die Fibrillen o, p, q in Activität versetzt werden. Reizt man aber bei r die Haut, so geht der Eindruck durch die peripherische Zelle s im Rückenmark durch das verlängerte Mark in der



Faser t zum Ganglienkörper u, welcher durch seine Combinationen mit h und l sämmtliche übrige Fasern d, i, k, o, p, q anregen kann.

Ein sehr interessanter und ganz leicht auszuführender Versuch, welchen ich wohl meinem Nachfolger auf diesem Gebiete überlassen muß, würde der sein: Man durchschneidet die drei sensiblen Zweige des Trigeminus in der Schädelhöhle (s. Fig. A. zu §. 46), läßt aber den vordersten Theil des elektrischen Zweiges im Zusammenhang mit dem Lappen. Hier würde nun auf Hautreizung an der früher genannten Stelle bei a keine Entladung im elektrischen Organe mehr stattfinden; dasselbe würde für die hinteren Parthien eintreten, wenn man die sensibeln Wurzeln des Vagus durchschnitte.

Es bleibt mir nun übrig, noch einige Worte über die oben beschriebenen Nervenendigungen zu sagen.

Höchst interessant ist auf jeden Fall auch hier wieder die große Aehnlichkeit (freilich mit gewissen Modificationen), zwischen der Ausbreitung der Fibrillen im elektrischen Organ und in den Muskeln.

Jede Fibrille erweist sich bis an die letzten peripherischen Endpunkte als isolirter Leiter. Die Isolation zeigt sich um so stärker, als die anfänglich bei den Nervenursprüngen sehr feine, dünne und enge Scheide nach der Peripherie hin, so wenigstens in den elektrischen Zweigen, sich sehr stark verdickt oder, wie in den Endzweigen der Muskeln und besonders den Aesten erster Ordnung in den elektrischen Fibrillen, durch weite Umhüllung eine um so größere Absonderung von der Umgebung bewirkt. Zuletzt aber kommt die Muskelsubstanz und die Substanz des elektrischen Organs in innigeren Contact mit der Nervensubstanz, welche, in einer

molekularen Auflösung begriffen, hiedurch offenbar die Oscillationen des Nervenmarks den Molekeln der thierischen Substanz, sowie schon durch die feinere Verästelung an sich, unmittelbar mittheilen kann[1]).

Daß diese mechanische Anordnung der Nervenendigung mit den physiologischen Erscheinungen der Nerventhätigkeit mehr harmonirt, als die Annahme von homogenen Endschlingen in den Muskeln, bedarf kaum einer Bemerkung.

Wann und wo wird es gelingen, die wahre Endigung der sensiblen Nerven aufzufinden, mit denen sich die Annahme einer Schlingenbildung in der Peripherie offenbar viel eher verträgt, als bei den motorischen Nerven?

Noch wichtiger wäre natürlich die Erkenntniß der mechanischen Verbindung der Primitivfasern unter einander, sowie der Ganglienzellen in den Centraltheilen, wenn auch vor der Hand nur in einem Segment des Rückenmarks und des verlängerten Marks. Vielleicht gelingt es, hier ein Thier aufzufinden, das, ähnlich wie der Proteus für die Blutkörperchen oder der Zitterrochen für die elektrischen Organe, Elemente der Nervensubstanz in den Centraltheilen zeigte, welche einer mikroskopischen Analyse zugänglicher sind, als bei den bisher vorzugsweise untersuchten Thieren. Vielleicht dürfte die Gattung Petromyzon sich hiezu eignen, obwohl hier die Primitivfasern nicht jene erforderliche Deutlichkeit im Bau haben und mehr mit denen der wirbellosen Thiere übereinstimmen.

Jeder Beitrag, jede Annäherung zu einer möglichen graphischen Darstellung des in seine Elemente zerlegten Baues der Centraltheile muß mit Dank angenommen werden. Als solche betrachte ich auch die neuesten so mühsamen Arbeiten von Stilling, welche offenbar von den Zeitgenossen mit zu viel Gleichgültigkeit oder Mißtrauen aufgenommen werden. Hat uns doch schon die Methode von Reil und Burdach zu einem vernünftigeren und einigermaßen gangbaren Pfade in diesem Labyrinthe geführt, auf dem man auch den Lernenden in der Encephalotomie sich leichter über den Zusammenhang der Hirntheile verständlich machen könnte, als auf die frühere, freilich auch jetzt noch für den ersten Unterricht beizubehaltende Zerlegungsweise, durch wagrechte und senkrechte Durchschneidung der Hirnmassen. Stilling's Methode aber hilft zu einer weiteren Orientirung, wobei jeder Irrthum, wie in allen Forschungen, natürlich vorbehalten bleibt. Die endliche Erkenntniß des Baues und der Funktion der Centraltheile wird aber nur dann möglich werden, sobald wir, wenn auch nur von einem Thiere, wie etwa dem Frosch, eine graphische Aufnahme sämmtlicher Elemente der Nervensubstanz und ihrer relativen Beziehungen zu den peripherischen Endpunkten besitzen. In Bezug auf die Lösung dieser Aufgabe wird man freilich, wie der geistreiche von Bär für ein anderes Gebiet, sagen müssen: daß der Baum, aus dem die Wiege Desjenigen gezimmert werden soll, der diese Aufgabe lösen wird, noch nicht gekeimt hat.

---

[1]) Um hier noch einmal auf die Vergleichung mit der Elektrizität zurückzukommen, dürfte man vielleicht vermuthen, daß die Trennung des Nervenmarks in den Endzweigen in kleinere Molekeln, auch hemmend auf die Strömung des Nervenprinzips einwirken könnte, gerade wie pulverförmige Leiter der Bewegung der Elektrizität einen größeren Widerstand entgegensetzen. Ich brauche hier übrigens nicht zu bemerken, daß ich auf den Ausdruck »Strömung des Nervenprinzips, Nervenoscillation« ꝛc. keinen besondern Werth lege. Bei unserer gänzlichen Unkenntniß der Natur des in den Nerven thätigen Elements ist jedweder solcher Ausdruck gleichgültig.

Erklärung der Abbildungen*).

Fig. 1. Ursprung eines Spinalnerven von Torpedo, aus dem vorderen Drittheile des Rückenmarks. Die kleinen Zweige, welche aus dem Ganglion und von der vorderen Wurzel entspringen und sich zu einem Nervenästchen, das zu den Muskeln und zur Haut des Rückens tritt, verbinden, sind hier weggelassen. a hintere Wurzel, in das Ganglion b tretend und in c etwas angeschwollen wieder zum Vorschein kommend; d vordere Wurzel, e Stamm des Nerven.

Fig. 2. Ein Abschnitt des Ganglions mit den ein- und austretenden Nervenfibrillen, halbschematisch gehalten. Man sieht unter großen und mittelgroßen Ganglienzellen auch eine sehr kleine.

Fig. 3. Eine größere, a, und eine kleinere Fibrille, b, stärker vergrößert. Die austretende Fibrille ist etwas stärker.

Fig. 4. Eine solche Fibrille mit dem Ganglion, die eine Viertelstunde im Wasser gelegen hat, wodurch die Hülle der Faser a, besonders beim Austritt aus der Ganglienzelle durch Imbibition verdickt, angeschwollen erscheint.

Fig. 5. Eine breite und eine dünne Fibrille aus der hinteren Wurzel. Man sieht, daß beide eine sehr zarte äußere Hülle und im Mark eine doppelte Contour zeigen.

Fig. 6. Ein solche Fibrille durch Wasser verändert; die äußere Hülle stärker angeschwollen, das Mark ungleich zusammengezogen.

Fig. 7—15. Ganglienzellen und Primitivfasern aus dem zweiten Nervenpaar des plexus brachialis.

Fig. 7. Eine große runde Ganglienzelle. Die Dicke der Hülle a ist durch ihre feinen, doppelten Contouren ersichtlich; b der feinkörnige Inhalt; c der bläschenartige, durchsichtige Kern mit dem Kernkörperchen, d und e die beiden von der Zelle entspringenden Primitivfasern, deren Mark f f die gewöhnlichen doppelten Contouren zeigt, welche in g g, wo das Mark ohne scharfe Grenze in die Zelle eintritt, fehlen.

Fig. 8. Eine große ovale Zelle. Man sieht hier bei * *, wie in der vorigen Figur, Zellgewebsfasern, als sparsame, umspinnende Elemente.

Fig. 9. Eine kleine runde Zelle, deren Kern c zwei kleine Kernkörperchen zeigt. Die beiden deutlich mit Mark gefüllten, von der Zelle entspringenden Fibrillen waren sehr weit verfolgbar.

Fig. 10. Eine kleinere ovale Zelle mit feineren Faserursprüngen, wo die Faser a etwas dicker ist, als die andere, am Ende Markinhalt erkennen läßt, aber anfänglich, wie die Faser b, mehr punktförmigen, fein granulirten Inhalt zeigt.

Fig. 11. Eine ähnliche, ovale, von Zellgewebsfasern umsponnene Zelle, in welcher der körnige Inhalt in der Mitte zu einer Masse verbunden ist und gegen die eine Faser a zu austritt. Beide von der Zelle entspringende Fibrillen lassen das Mark mit doppelten Contouren erkennen.

---

*) Die Abbildungen schließen sich in Anordnung und Größe der Tafeln an die zu H. Valentin's Artikel: Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers Bd. I. an.

Fig. 12. Eine große ovale Zelle mit Markfibrillen ist an einer Stelle geplatzt, und es tritt hier der kernige Inhalt a mit dem Kern bei b aus; die doppelte Contour a giebt die Dicke der ganz durchsichtigen Zellenhülle an.
Fig. 13. Ganz entleerter kerniger Inhalt einer großen Ganglienzelle; hat noch ganz seine Form behalten, in der Mitte die Zelle mit einem großen, körnigen Kern.
Fig. 14. Eine breite Markfaser.
Fig. 15. Eine mittelfeine, etwas varicöse Markfaser. Bei beiden sieht man drei begrenzende Contouren, wie in Fig. 5. Die äußerste, feine zeigt die dünne Scheide an, die beiden inneren fassen das ganz durchsichtige Mark ein.
Fig. 16—20. Ganglienkörper aus einem ähnlichen Spinalganglion eines anderen, 9 Zoll langen Exemplars vom Zitterrochen.
Fig. 16. Eine sehr große runde Ganglienzelle mit starken Fasern als Markfibrillen und einem Zellenkern, welcher zwei Zellenkerne zeigt.
Fig. 17. Eine geplatzte runde Zelle, an deren einem Ende der Faserursprung abgerissen ist, und wo zugleich der Inhalt austritt; der Kern * hat eine kegelförmige Gestalt angenommen.
Fig. 18. Eine mittelgroße ovale Zelle mit Markfibrillen.
Fig. 19. Eine etwas kleinere ovale Zelle, an welcher die Markfibrillen noch dünner sind.
Fig. 20. Eine sehr kleine ovale Zelle, in welcher man keinen Kern wahrnimmt; die dünnen Faserursprünge zeigen punktförmigen Inhalt.
Fig. 21—26. Kleine und mittelgroße Ganglienkörper aus einem sehr großen, ganz ausgewachsenen Zitterrochen.
Fig. 21. Man erblickt auf der Innenfläche der Membran des Ganglienkörpers runde Zellen wie ein Epithelium, jedoch ohne sich zu drängen, und dazwischen feinkörnigen Inhalt. Die Fibrille a ist in Folge von Wasserimbibition bereits wie Fig. 6 verändert.
Fig. 22. Eine ovale Ganglienzelle mit sehr verschieden dicken Faserursprüngen in a und b.
Fig. 23. Eine Ganglienzelle, wo in Folge der Behandlung mit Essigsäure die kleinen, runden Zellen der Innenwand verschwunden zu sein scheinen, und nur dunkle, kernartige Gebilde (aufgequollene Kerne?) übrig bleiben.
Fig. 24a. Eine kleine ovale Zelle mit feinen Faserursprüngen. Auch hier kernähnliche Flecke sichtbar. Fig. 24b. Eine noch kleinere ovale Zelle.
Fig. 25 und 26. Zwei mittelgroße ovale Zellen, die erstere ähnlich wie Fig. 21, die zweite wie Fig. 23.
Fig. 27—29. Drei Ganglienkörper aus dem 26. Spinalganglion, wie die bisher beschriebenen organisirt, aber hier nur in Umrissen dargestellt, um die verschiedenen Dimensionen der Faserursprünge zu zeigen. Vergl. oben §. 16.
Fig. 30 und 31. Eine ovale und eine runde mittelgroße Ganglienzelle aus dem 3. Spinalganglion, um zu zeigen, wie sich das Mark in den Fibrillen endigt, das bei Fig. 31, a, sogar einen kolbigen, bruchsackähnlichen Fortsatz in die Zellenhöhle hereingiebt. Vergl. §. 18.
Fig. 32. Eine Gruppe Primitivfasern im Zellgewebe und fest verbunden, aus einem, die Nierenarterie begleitenden sympathischen Nervenzweig. Man sieht zwei breite Fibrillen, a und b, eine mittelbreite, etwas varicöse, c, und sieben schmale, d—k.

Fig. 33. Eine ähnliche Gruppe von Fasern, am vas deferens verlaufend, eine breite Fibrille mit vier feinen Fasern.

Fig. 34. Zwei sehr breite, am Eileiter verlaufende Primitivfasern.

Fig. 35. a eine sehr breite Fibrille von einem Muskelzweig eines Spinalnerven aus dem plexus brachialis. b—e Fibrillen von sehr verschiedenem Durchmesser, zum Theil varicös, wie sie alle nebeneinander im Magenzweig des Vagus vorkommen, da wo er, bevor er in das Ganglion gastricum tritt, an der Speiseröhre herabläuft.

Fig. 36. Ein Stück aus einem kleinen Aestchen des vorigen Vaguszweiges, das in das Ganglion gastricum eintritt. Man sieht sehr viele feine Fasern und nur drei ganz breite, a, b, c, nebst einer mittelfeinen, d.

Fig. 37. Eine kleine Parthie aus der Substanz des Ganglion gastricum; zwei breite Fasern, a, a, durchsetzen dieselben neben drei feinen Nervenfibrillen, b, b, b; außerdem kommen auch sehr feine, verfilzende Zellgewebs- und Knötchenfasern vor, vorzüglich aber eine Menge von blassen, granulirten Kernen, d, d, d u. s. w., welche in ein Lager von feinkörniger Substanz, e, e, e, eingebettet sind.

Fig. 38. Eine andere Parthie des Ganglions, schwächer vergrößert. In a ist ein solches Körnerlager inselartig, ohne durchsetzende Primitivfasern abgegrenzt, in b setzt ein Nervenzweig durch, und neben an in c, c liegt eine Parthie Ganglienkörper.

Fig. 39. Drei verschiedene Ganglienkörper mit Faserursprüngen aus dem Ganglion gastricum, näher beschrieben in §. 38.

Fig. 40. Aehnliche Ganglienzellen, zum Theil noch umgeben mit ihren Faser- und Knötchenfibrillen, näher beschrieben §. 38—41.

Fig. 41. Eine Parthie Ganglienkörper aus den mehr oberflächlichen Schichten des elektrischen Lappens. Man sieht die umspinnenden Primitivfasern mit ihren doppelten Contouren, überall abgerissen, zum Theil etwas varicös und hie und da scheinbar Endschlingen bildend.

Fig. 42. a und c ein Paar herauspräparirte Ganglienkörper aus dem elektrischen Lappen, welche §. 49 und ff. näher beschrieben sind. Der Ganglienkörper a hat zwei Fortsätze, wovon der längere * eine wirkliche Faser darstellt. Das Fragment einer ächten Nervenfibrille, b, liegt auf dem Ganglienkörper, und scheint von ihm zu entspringen, was aber nur Täuschung ist. Der Ganglienkörper c schickt nach der einen Seite fünf Fortsätze. In d ist ein Kern mit dem Kernkörperchen, das zwei Contouren zeigt, dargestellt, nachdem derselbe mit Essigsäure behandelt, eine Trübung seiner sonst ganz durchsichtigen, nunmehr feinkörnigen Substanz erhalten hat.

Fig. 43. a—d drei Ganglienkörper des elektrischen Lappens mit verschieden geformten Fortsätzen; der in die punktirte Faser übergehende ist mit * bezeichnet.

Fig. 44. Zwei ähnliche Ganglienkörper in punktirte Fasern * von besonderer Länge übergehend. Der Ganglienkörper b hat sonst weiter keinen Fortsatz. In * * sieht man die feinkörnige, sonst amorphe Masse, in welcher die Ganglienkörper eingebettet sind.

Fig. 45. Eine Anzahl Primitivfasern, aus dem elektrischen Lappen entspringend und nach unten, von b nach c, in die Wurzeln der elektrischen Nerven übergehend. Bei a, a, a zeigen sich alle Charaktere ächter Nervenprimitivfasern mit doppelten Contouren, von denen einige, c, c, varicöse Anschwellungen zeigen. Nach oben, am entgegengesetzten Ende

gehen die Fibrillen in schmälere, blasse, punktulirte Fasern über, welche die größte Aehnlichkeit mit denen haben, die aus den Ganglienkörpern entspringen.

Fig. 46. Zwei Fibrillen, eben daher, von denen die Fibrille a besonders instruktiv ist, indem man sieht, wie hier bei * noch ein Theil der Rinde erhalten ist. In b ist eine Faser mit der Rinde noch ganz erhalten, nur ist der Inhalt zum Theil krümelig.

Fig. 47. Eine kleine Parthie aus dem kleinen Gehirn vom Torpedo. Es besteht a) aus feinkörniger Substanz, b) aus Primitivfasern, von denen b* die bekannte, leicht entstehende birnförmige Gestalt zeigt; c ein rund zusammengeflossenes Stückchen Nervenmark, d eingelagerte Kerne.

Fig. 48. Eine kleine Parthie aus den Vierhügeln.

Fig. 49. Eine kleine Parthie aus den Hemisphärenlappen; bei den beiden letzten Figuren ist die Bezifferung wie Fig. 47.

Fig. 50. Zwei Primitivfasern, eine gerade, eine varicöse aus den Hemisphären von Torpedo, und zwei Kerne, b und c, von den beiden Größenextremen; alles stärker vergrößert.

Fig. 51. Eine Primitivfaser aus dem elektrischen Organe, nahe an ihrer Endtheilung d, von einer dicken, faserigen Scheide, b, b, umgeben, welche sich auch in b*, b* als dünne Hülle über die Aeste der Primitivfaser e, e, e, e fortsetzt und in welcher längliche Kerne, c, c, c, c, an verschiedenen Stellen eingelagert sind.

Fig. 52. Endausstrahlung eines solchen Ast's, e, der vorigen Figur, der sich in f gabelförmig theilt. e, c, b* wie in der vorigen Figur. Bei g ist eine neue gabelförmige Theilung. Der eine Schenkel theilt sich bei i gabelförmig in zwei, der andere bei h in drei Aeste. Hier verliert sich das Mark, und diese Aeste ramifiziren sich in die feinsten Endästchen k, k, k, welche sich im Parenchym l, l, l der inneren Membran der Septa des elektrischen Organs verbreiten, ohne zu anastomosiren. Im punktirten Parenchym liegen bei m, m, m runde Kerne; n, n eine Blutgefäßschlinge mit ovalen Blutkörperchen, o, o, und runden Lymphkörperchen, p, p.

Fig. 53. Eine kleine Parthie Muskelprimitivbündel, a, a, a, a, aus den m. m. hyoglossis des Frosches. Man sieht eine ziemlich starke Primitivfaser, b, mit ihren doppelten Contouren über den Muskel verlaufen und sich bei c in acht Aeste theilen, von denen einige weiter verlaufen, ohne daß man deren Ende sieht, während andere, d, d, sich an einem Muskelbündel gabelförmig theilen, blasser werden und in die Tiefe zu dringen scheinen. Eine andere Primitivfaser, oder wahrscheinlich schon ein Ast derselben, e, theilt sich in drei feinere Aeste; ein dritter Ast, f, bei g in zwei Endzweige, während drei andere noch feinere Aeste, h, h, quer über die Muskelparthie verlaufen. Bei i ist ein wiederum noch feinerer Zweig dargestellt, welcher aber, wie wahrscheinlich auch die anderen Aeste und namentlich die Fibrille b, in k von einer feineren Hülle begleitet wird.

Fig. 54. Die feine Fibrille i der vorigen Figur, sehr stark vergrößert, so daß man auch bei dieser sehr deutlich die doppelten Contouren wahrnimmt, sowie die ziemlich weite, aber sehr dünne und, wie mir scheint, kernlose Scheide oder Hülle in k zu sehen ist.

* * *

Künftigen Beobachtern seien recht lebhaft jene merkwürdigen Organe empfohlen, welche Savi beim Zitterrochen entdeckt und unter dem Namen „appareil folliculaire nerveux" beschrieben und abgebildet hat [1]). Es sind dies kleine, pelluzide, mit klebriger Flüssigkeit gefüllte Bläschen, welche unter der Haut um der aponeurotischen Scheide im vorderen Umfang des elektrischen Organs liegen, namentlich in der Umgebung des Mundes und der Nasenlöcher. Sie erhalten sehr starke Zweige vom fünften Paare, und sind vielleicht Organe, welche bei der Berührung reflektirte Entladungen des elektrischen Organs veranlassen. Die Endigung der Nervenprimitivfasern darinnen konnte ich nicht entdecken. Direkte Reizungsversuche dieser Gebilde bei lebenden oder frischgetödteten Thieren könnten vielleicht zu interessanten Resultaten führen und mit beitragen, die Nervenbahn kennen zu lernen, welche bei Fortpflanzung von Eindrücken auf peripherische Endigungen von Empfindungsnerven durch die Centraltheile zu den elektrischen (motorischen) Organen in Oscillation geräth.

---

[1]) Étude de l'Organe électrique p. 332. Tab. III.

Rud. Wagner.

Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegung.

Die Art des Zusammenhanges des Nervus sympathicus mit Gehirn und Rückenmark, die Structur dieses Nerven, die Nervenfunctionen in den Organen, in welchen er sich verbreitet, weichen in einem Maße von dem Ursprunge und dem Baue der anderen Nerven und den Functionen der von jenem versorgten Organe ab, daß man über das Verhältniß desselben zu den anderen Nerven lange in einem Dunkel blieb, das bis heute noch bei Weitem nicht ganz gelichtet ist. Während auf der einen Seite die mannigfachen Verschiedenheiten dem N. sympathicus eine exceptionelle Stellung vorbehalten, giebt wieder auf der anderen die Beobachtung so viele Anknüpfungspunkte an die cerebrospinalen Nerven, daß nur von einer genauen Vergleichung zwischen anatomischem und physiologischem Verhalten beider Abtheilungen sich selbst dann noch Resultate erwarten lassen, wenn die Vergleichungen auch nicht den ganzen Umfang des Gebietes umfassen.

Seit Bichat dreht sich hauptsächlich die Untersuchung um die Frage, ob der N. sympathicus und seine Ganglien als Nervenorgane zu betrachten seien, welche ihre Functionen auch unabhängig von dem Gehirne und Rückenmarke zu entwickeln vermögen, oder ob sie ebenso abhängig davon seien, wie die cerebrospinalen Nerven. Bekanntlich hat Bichat das Leben in ein vegetatives und animales unterschieden und zu beweisen gesucht, daß das Gehirn und Rückenmark ohne direkten Einfluß auf das vegetative Leben seien, daß vielmehr dies unter der Herrschaft des Gangliensystems stehe. Wie bei sehr vielen Gehirnkrankheiten die Herzbewegung unverändert bleibe, so wirke auch Reizung der Centraltheile bei Thieren nicht auf dieselbe. Bichat sah im N. sympathicus eine Menge kleiner Nervencentra, wovon jedes Ganglion eines ausmache. — Es ist dies dieselbe Ansicht, welche in der Mitte des 18. Jahrhunderts von Lancisius vorbereitet, dann von Winslow, von Johnstone, von Broussais und Reil weiter gepflegt und ausgebildet wurde, und die der vorher gangbaren Meinung, daß der Sympathicus ein Gehirn- oder Rückenmarksnerve sei und entweder von oben nach unten (Haller) oder von unten nach oben (Petit) sich ausbreite, geradezu entgegenstand.

Von den Zeiten Bichat's bis heute haben manche neue Beobachtungen die anatomischen und physiologischen Kenntnisse von dem N. sympathicus und den Ganglien beträchtlich erweitert und den Gegenstand einer wissenschaftlichen Beurtheilung näher gerückt.

Es kann hier über die Functionen des genannten Nerven nicht viel mehr als ein Bruchstück geliefert werden, wenn man sich von dem Boden

der Erfahrungen nicht entfernen will. — Auf das anatomische Verhalten des sympathischen Nerven werde ich mich nur kurz einzulassen haben, weil der vorige Artikel dies gerade ausführlich behandelt.

Vergleichung der Structur des N. sympathicus mit der der cerebrospinalen Nerven.

Remak und nach ihm alle guten Beobachter haben gefunden, daß es in den peripherischen Nerven Fasern giebt, welche breiter und im Mittel fast noch einmal so breit sind, als andere. Volkmann und Bidder haben sich das große Verdienst erworben, das Verhältniß zwischen schmalen und breiten Fasern in den einzelnen Nerven und Körpertheilen zu ermitteln. Weil die schmalen in einem so großen Uebergewichte in dem N. sympathicus vorkommen, so haben diese Forscher überall denselben den Namen der sympathischen Fasern gegeben, einerlei wo sie sich finden. So giebt es z. B. nach V. und B. sehr viele sympathische Fasern in den hinteren Nervenwurzeln des Rückenmarks. — Ueber den Unterschied beider Faserarten vgl. dieses Werk B. II. p. 492.

Durch diese Untersuchungen ist die Stellung des N. sympathicus eine ganz andere geworden. Er ist nur der hauptsächlichste Träger einer ganz besonderen Art von Nervenfasern, welche übrigens eine sehr große Verbreitung haben. In ihm allein sind ebenso wenig sämmtliche Fasern dieses Systemes enthalten, als die breiten Fasern ganz von ihm ausgeschlossen sind.

Es ist nun allerdings gegründet, daß Uebergänge zwischen den schmalen und breiten Fasern bestehen, und man wird sich davon überzeugen können, wenn man z. B. die Primitivfasern des N. vagus bei verschiedenen Thieren mikroskopisch untersucht; nichts desto weniger bin ich, auf viele Untersuchungen gestützt, ganz der Ansicht der genanntem Forscher, und glaube, daß ebenso wenig wie die Uebergangsformen bei anderen Naturobjecten die Unterscheidung der Arten aufhebt, so auch hier. Wenn man seine Untersuchungen an Extremitäten-Nerven bei Säugethieren anstellt, z. B. am N. ischiadicus, so wird man genöthigt, die beiderlei Nervenfasern als verschiedene Species zu betrachten.

Andere Fasern, welche neben den eigentlichen Nervenfasern im N. sympathicus vorkommen, die s. g. organischen, gelatinösen oder Remak'schen Fasern, scheinen schon deßhalb nicht zu den wahren Nervenfasern zu gehören, weil sie bei verschiedenen Thierclassen, namentlich Fischen und nackten Reptilien, so überaus selten sind, weil sie im Baue nicht mit den Nervenfasern übereinkommen, die sich durch ihre dunkeln Conturen und ihren mehr oder minder öligen Inhalt deutlich genug machen, und weil sie gar nicht die Organe zu erreichen, sondern nur innerhalb der Nerven zu verlaufen scheinen.

Das dritte Element des sympathischen Nerven macht das Bindegewebe aus, welches hier in reichlicherer Menge, als in den übrigen Nerven verbreitet ist.

Während nun, wie mir scheint, es kaum mehr bezweifelt werden kann, daß zwei verschiedene Nervenspecies, die eine mit breiten, die andere mit schmalen Fasern den ganzen Körper durchziehen, indem bald die eine, bald

die andere in einzelnen Nerven und einzelnen Theilen das Uebergewicht hat, so ist man darüber noch nicht zum Abschluß gekommen, ob alle Nerven ihren Ausgangspunkt blos im Gehirn und Rückenmarke haben, oder ob auch Fasern aus den Ganglienkörpern entspringen. Die letztere Annahme ist zwar nicht neu, denn Hirsch und Andere haben solche Vermuthungen schon aufgestellt, aber es lagen ihnen keine solchen anatomischen Beobachtungen zu Grunde; und sie verschwinden gegen die in neuerer Zeit gemachten Untersuchungen, welche zu denselben Behauptungen führten. Namentlich hat Volkmann jene Annahme unterstützt. Zwei Thatsachen sind es, auf welchen der Satz ruht. Erstens haben E. H. Weber, Volkmann u. A. die Beobachtung gemacht, daß Nervenäste zusammen stärker, als der Stamm sind, wenn ein Ganglion an diesem vorhanden ist. Diese Beobachtung ist durchaus richtig. Man kann sich hiervon nirgends eine einsichtlichere Anschauung verschaffen, als nach Volkmann's Vorschrift an Fischköpfen, wovon ich mich in der That oft überzeugt habe. An dem N. vagus bei Fischen findet sich in einiger Entfernung von seinem Ursprunge ein Ganglion, hinter welchem eine Menge Zweige sich weiter verbreiten. Es bedarf keines Maßstabes, um den bedeutend größeren Durchmesser der Aeste zusammengenommen im Gegensatze zu dem Stamme zu beurtheilen. Ganz ähnliche, wenn auch minder eklatante Beobachtungen macht man nicht nur bei anderen Thieren, sondern auch bei anderen Ganglien, so daß man an der Verstärkung der Nerven nach ihrem Austritte aus den Ganglien nicht wohl zweifeln darf. Ich habe Kiemenäste mit dem Ramus lateralis n. vagi verglichen und gerade wie Volkmann gefunden, daß erstere eine viel größere Menge schmaler Primitivfasern enthält, während im letzteren die breiten sehr vorwalten. Ich für meinen Theil bin durch solche Beobachtungen gleichfalls zur Ueberzeugung gelangt, daß die Verstärkung der Nerven jenseits der Ganglien mit einer Vermehrung der Primitivfasern verbunden ist. Hieraus folgt aber noch nicht, daß diese Fasern aus den Ganglienkugeln entspringen und zwar so lange nicht, bis es anatomisch nachgewiesen ist; oder wenn kein anderer Weg mehr möglich wäre. Dies ist aber allerdings der Fall. Man kann sich z. B. denken, daß es peripherische Fasern giebt, welche in den Ganglien umbiegen und zur Peripherie zurückgehen. Ich führe dies nur als einen möglichen Fall an, nicht, als ob ich daran glaubte. Der Ursprung von Nervenprimitivfasern aus der Mitte der Ganglien war indeß durch die sich rasch hinter einander folgenden Beobachtungen von Helmholtz, Will, Hannover, Kölliker und Bidder außer Zweifel gesetzt worden und der Gegenstand schien von anatomischer Seite erledigt, als die Entdeckungen von R. Wagner der Sache eine ungeahnte Wendung gaben. Aus dessen ausgedehnten Untersuchungen folgte, daß zwar mit den Ganglienkugeln Nervenprimitivfasern zusammenhängen, aber mit jeder Kugel sah er jedesmal an beiden Enden eine Primitivfaser, nie mehr oder weniger. So hat es also den Anschein, als ob eine Primitivfaser in eine Ganglienkugel eintrete und ebendieselbe, nachdem ihr Inhalt in Contact getreten mit dem Inhalte der Ganglienkugel, wieder austrete, und die Ganglienkugeln scheinen keine Vermehrung der Primitivfasern zu bewirken. Herr Professor Reichert aus Dorpat hat hier in Bonn Präparate aus einem Faden des N. trigeminus eines Hechts gezeigt, aus denen ich eine Anschauung von dem durch Wagner entdeckten Verlaufe der Primitivfasern erhielt, welche für mich überzeugend war. —

Durch diese Wagner'schen Entdeckungen tritt der N. sympathicus,

wie es scheint, den cerebrospinalen Nerven wieder näher, indem dadurch sein Ursprung aus den Centraltheilen des Nervensystemes wahrscheinlicher wird. — Es ist jedoch noch nicht festgestellt, ob nicht auch neben den Ganglienkugeln mit 2 Fasern am entgegengesetzten Ende noch andere existiren, die nur mit einer Faser communiciren, was nach Wagner allerdings nicht vorzukommen scheint. — Aber auch selbst in diesem Falle darf man den Ausweg der Erklärung nicht übersehen, daß von jeder Ganglienkugel eine Faser peripherisch und eine andere central laufen könnte, und man könnte alsdann geneigt sein, die nach einer Richtung hinlaufenden Fäden mit receptiven Eigenschaften begabt anzusehen und die nach der anderen Richtung laufenden zur Reaction bestimmt halten. — Wir werden später auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen, wenn wir das physiologische Verhalten prüfen.

Die Functionen des N. sympathicus lassen sich von den Organen aus, in denen sich jener verbreitet, und von ihm selbst aus erforschen.

Einfluß der Reizung und Zerstörung von Theilen des Gehirns und Rückenmarks auf Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organen.

A. Herz.

Verschiedene ältere Beobachter haben theils ganz hypothetisch, theils durch Erfahrungen bewogen, die Annahme begünstigt, das die Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organe ihre Quelle im Rückenmarke und Gehirne habe. Namentlich war es die Herzbewegung, welche die Aufmerksamkeit besonders fesselte. So denkt sich Borelli (de motu anim. Hag. 1743. p. 88), daß im Gehirne ein Succus spirituosus unaufhörlich bereitet werde, welcher die Mündung der Herznerven berühre und befeuchte. Dieser Saft könne nur langsam durch die Nervenröhren fließen, und wirke deßhalb auch noch eine Zeit lang auf das aus dem Körper ausgeschnittene Herz, welches deßhalb fortschlage, — eine Erscheinung, welche er von der Schildkröte aufführt. Die Nervenröhren der willkürlichen Muskeln seien nicht so weit offen und nicht so durchgängig für den Succus spirituosus, als die des Herzens, und deßhalb bedürften sie einer stärkeren Erschütterung, wie eine solche durch Seelenthätigkeit möglich sei. Im Zorne, im Fieber sollte das Gehirn eine größere Menge dieser Flüssigkeit absondern, daher der häufigere Herzschlag.

Auf Beobachtungen sich beziehend hatten Th. Willis (cerebri anat. p. 36) und sein Freund R. Lower (de corde, Lond. 1669) dem kleinen Gehirne die Herrschaft über die unwillkürlichen Bewegungen zugeschrieben, theils weil Schläge auf den Hinterkopf und Verwundungen des Gehirns so leicht tödtlich seien, theils weil die Nerven, welche hauptsächlich den unwillkürlichen Bewegungen vorstanden (wozu Willis die trigeminus, abducens, facialis und vagus rechnete), ihren Ursprung im kleinen Gehirne nehmen. Diese Theorie hatte zwar damals Aufsehen gemacht und

Anhänger gefunden, wurde aber besonders durch Haller vollständig widerlegt.

Mehr als 100 Jahre später suchte Legallois den Einfluß des Rückenmarks auf die Herzbewegung durch neue Experimente zu beweisen. Aus denselben folgert er, daß weder von dem Gehirn, noch von der Muskelirritabilität, wie Haller glaubte, die Herzbewegung abhänge, daß vielmehr jeder Theil des Rückenmarks zur Contraction des Herzens beitrage, und daß man daher ein Thier ebenso durch rasche Zerstörung des Lenden-, wie des Hals- und Brustmarks tödten könne. Wenn man hingegen die Zerstörung langsam vornehme, so könne man es dahin bringen, daß nur ein kleiner Theil des Rückenmarks den Herzschlag erhalte. Dies gelinge aber nur dann, wenn man durch Unterbindung von Arterien eine geringere Kraft des Herzens fordere. Wenn man z. B. die Aorta abdominalis unterbinde, so könne man das Lendenmark vollständig zerstören, ohne daß das Herz dabei leidet. Selbst das Halsmark könne nach Unterbindung der Carotiden bei enthaupteten Thieren zerstört und die Herzbewegung doch noch unterhalten werden durch die übrigen Theile des Rückenmarks, obwohl hier der Tod am leichtesten erfolge. — Die Versuche von Legallois haben das Mißliche, daß dabei nicht Rücksicht darauf genommen ist, daß selbst das ausgeschnittene Herz bei Säugethieren zuweilen mehre Stunden, bei kaltblütigen Thieren noch einen ganzen Tag lang fortschlägt, und daß bei warmblütigen Thieren alle schweren Eingriffe in die Organisation und nicht allein Zerstörung des Rückenmarks den Tod und somit Stillstand des Herzens nach sich ziehen.

Eine große Anzahl von Beobachtern nach Legallois hat gezeigt, daß bei allen Thieren kürzere oder längere Zeit nach der Zerstörung des gesammten Gehirns und Rückenmarks das Herz und die Gedärme sich noch fortbewegten. Da nun aber nach jener Zerstörung das Athmen augenblicklich aufhört, so suchte man den endlichen Stillstand von der Unterbrechung des Athmens abzuleiten. In der That sah Flourens ein Huhn noch viele Monate fortleben, dem er die Hemisphären des großen Gehirns weggenommen hatte; Bidder beobachtete, daß Frösche, denen er vom 2. Wirbel an bis zum hintersten Ende das Rückenmark zerstört hatte, mehre Monate lang fortlebten, ohne daß der Herzschlag wesentlich gestört war; er sah ferner bis zu 14 Tagen Frösche leben, denen das gesammte Gehirn, aber nicht die Medulla oblongata zerstört war. Ich selbst sah eine Taube, der das gesammte große Gehirn aus der Schädelhöhle herausgenommen war, noch eine Woche leben, ohne sichtliche Störung der Circulation, und Frösche ohne Gehirn und Medulla spinalis eine ganze Woche. — Hingegen sterben alle Thiere rasch nach Exstirpation des verlängerten Marks, kaltblütige später als warmblütige. — Obwohl man diese Erfahrung lange kannte, so hatte man auf der anderen Seite auch wieder Beobachtungen gemacht, welche einen direkten Einfluß des verlängerten Marks auf das Herz zu beweisen schienen. Wilson Philip, Longet, ich, Valentin hatten nach (mechanischen) Reizungen dieses Nerventheils die Bewegungen des Herzens sich vermehren, oder, wenn es stillstand, von Neuem entstehen gesehen.

Vor 7 Jahren habe ich Versuche an Säugethieren angestellt, um den Einfluß zu erfahren, welchen die Reizung der Centraltheile, namentlich des Gehirns, mittelst mechanischer und chemischer Reizmittel auf die Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organe hervorbrachte. Ich kam damals zum

Resultate, daß vom verlängerten Mark aus das Herz, von da und dem kleinen Gehirne aus Blase, Geschlechtsorgan und Mastdarm, von da und den Vier-, den Seh- und Streifenhügeln die Gedärme und der Magen in Bewegung gesetzt werden könnten, und sah die genannten Nerventheile und nicht den Sympathicus als Centralapparate für die unwillkürliche Bewegung an. Diese Beobachtungen hatten einen sehr großen Uebelstand, welcher darin besteht, daß sie nicht immer gelingen und daß man aus vielen Versuchen ohne Resultat hinweggeht. Ein zweiter Uebelstand lag in der Eigenthümlichkeit der Bewegung der eben genannten Organe. Weil diese sich nämlich sehr häufig spontan zu bewegen scheinen, weil ihre Bewegung wieder eintritt, nachdem sie schon aufgehört hatte, ohne sichtliche Einwirkung, so war man bei sehr vielen Experimenten in Zweifel darüber, was man der Spontaneität der Bewegung, was man der Reizung zuschreiben sollte. Namentlich war die Entscheidung beim Darme sehr schwer. — Ich hatte damals keineswegs diesen Einwurf mir verschwiegen. Aber ich hatte zum Glück oder Unglück bei einer Untersuchung, die sich auf eine ungewöhnlich große Anzahl von Thieren ausdehnte, Beispiele gesehen, wo auch bei der unbefangensten Anschauung der Erfolg so schlagend war, daß ich mich zu den ausgesprochenen Resultaten berechtigt fand; und ich glaube kaum, daß man diesen Grundsatz der Beurtheilung tadeln wird. Solche überzeugende Fälle, welche man gesehen haben muß, um nicht mehr zu zweifeln, sind allerdings selten, und ich gestehe jetzt selbst ein, daß man den Resultaten nicht eher Raum in der Wissenschaft gestatten kann, bis man die Methode gefunden hat, sie beständig hervorzurufen, — aber sie sind nicht unzuverlässig, und ich für meinen Theil hege die individuelle Ueberzeugung ihrer Richtigkeit, und sehe getrost der Zeit ihrer vollständigen Bestätigung entgegen, wie sie zum Theil schon bestätigt sind. Es versteht sich dabei von selbst, daß ich nicht auf die Erklärungsweise besonderen Werth lege, welche noch lange hypothetisch sein wird. Ich war darauf bedacht, Wege zu finden, auf welchen diese Versuche eine Sicherheit erlangen, welche einer exacten Wissenschaft zukommt. Zu diesem Zwecke habe ich die Bewegung des Herzens und des Darmes schon vor 2½ Jahren neuen Untersuchungen unterworfen, und bin darin zu wichtigen Resultaten gelangt, welche den Vorzug haben, daß sie niemals fehlen, wenn der Versuch richtig angestellt ist. Hinsichtlich der Herzbewegung ist es mir gelungen, 2 unten zu beschreibende Versuche zu entdecken, durch welche unbestreitbar nachgewiesen wird, daß das verlängerte Mark einen überwiegenden Einfluß auf dieselben hat, wodurch meine früheren Beobachtungen über den Gegenstand vollkommen bestätigt sind. Ungefähr zu derselben Zeit, wo ich mit meinen Versuchen über die Herzbewegung beim Frosche beschäftigt war, waren es auch die Gebr. Weber in Leipzig. Sie theilten dieselben schon im September 1845 der Naturforscherversammlung in Neapel mit. Ich hatte Nichts davon erfahren und Niemand in Bonn hatte Nachricht davon erhalten, bis zum Mai 1846, während ich bereits im Januar meine Versuche Vielen gezeigt hatte, und nachdem ich längst in verschiedene Zeitschriften Mittheilungen abgesandt hatte. Wenn also die Gebr. Weber ihre Entdeckungen zuerst publicirt haben, und ich ihnen also keineswegs die Priorität abstreite, so wurden dieselben von mir nicht weniger selbstständig gemacht. Auf die Anwendung des magneto-elektrischen Rotationsapparates zu Versuchen über Nerven- und Muskelthätigkeit wurde ich nicht, wie E. Weber angiebt, durch eine Mittheilung von Volkmann, sondern durch einen jungen,

jetzt verstorbenen Freund und Schüler, Dr. Hittorf, zuerst aufmerksam gemacht.

Ich gehe zur Beschreibung und Beurtheilung der beiden Versuche über, welche den Einfluß des verlängerten Marks auf die Herzbewegung nachweisen:

1. Versuch. Nimmt man einem Frosche das verlängerte Mark und das Rückenmark bis hinter den Nerven für die Vorderextremitäten weg, so vermindert sich nach 1 bis höchstens 2 Stunden regelmäßig der Herzschlag. Wenn der allervorderste Theil des verlängerten Marks noch sitzen bleibt, kann das Athmen noch fortbestehen, und dennoch nimmt der Herzschlag ab.

Um nicht zu Irrthümern veranlaßt zu werden, muß man wissen, daß das Froschherz gegen mechanische Erschütterung außerordentlich empfindlich ist; weßhalb schon durch die Bloßlegung des Herzens allein dasselbe etwa ¼ bis ½ Stunde seltener schlägt. So kann man dasselbe rasch zum Stillstande bringen, wenn man den ganzen Frosch mit Vehemenz zur Erde wirft, wobei es keinen Einfluß hat, ob die Centraltheile des Nervensystems vorher hinweggenommen sind, oder nicht; ebenso zuweilen schon durch Abkneipen einer Extremität, durch Bloßlegen des Rückenmarks u. s. w., während hingegen eine starke electrische Erschütterung diesen Einfluß nicht hat.

Die Abnahme der Herzschläge ist bei den einzelnen Thieren sehr verschieden, so daß sie manchmal nach 1½ Stunden nur 7, manchmal 20 betrug, — Unterschiede, welche theils von der Größe des exstirpirten Nervenstückes, theils von Temperatur, Feuchtigkeit, Electricität der Luft, der Vollständigkeit der Respiration, dem Blutverluste u. s. w. abhängen mögen. —

Nicht selten beobachtete ich nach der Abnahme eine spontane Zunahme, ohne allen sichtlichen Einfluß neuer Reize, so daß das Herz nach 11 Stunden häufiger schlug, als nach 2 Stunden. Die Zunahme war aber nur gering. — Diese Erscheinung läßt sich der an die Seite setzen, daß an abgeschnittenen Gliedern die reizlos gewordenen Muskeln ohne sichtliche Ursache ihre Reizbarkeit wieder erhalten.

Nach vollständiger Wegnahme des verlängerten Marks kann, wie Bidder und ich beobachteten, das Herz noch 2 Tage fortschlagen.

2. Versuch. Wird das verlängerte Mark eines Frosches in die Kette eines durch einen magneto-elektrischen Rotationsapparat entwickelten elektrischen Stromes gebracht, so steht, sobald die Drehung beginnt, das Herz still und am ganzen Körper entsteht Tetanus. — Wird anstatt des verlängerten Marks das Rückenmark demselben Strome ausgesetzt, so dauern die Herzbewegungen ungestört fort, hingegen entsteht Tetanus in den willkürlichen Muskeln, der sich stärker am hinteren, als am vorderen Körpertheile zeigt. — Wenn man die Dräthe an dem vorderen und hinteren Körperende auf die Haut des auf dem Rücken liegenden und festgesteckten Frosches anlegt, so entsteht Tetanus am ganzen Körper, aber die Bewegung des Herzens bleibt unverändert.

Dieser Versuch gelingt jedesmal und kann zu jeder Jahreszeit angestellt werden. An demselben Frosche kann man ihn sehr häufig, vielleicht zehnmal, wiederholen, ohne daß sich eine wesentliche Aenderung zeigte. Man kann den Frosch so verstümmeln, daß alle 4 Extremitäten, ein Theil des Kopfes, alle Baucheingeweide entfernt sind, der Erfolg tritt dennoch ebenso sicher ein. Unter den mannigfaltigsten Modificationen habe ich den Ver-

such gemacht, ohne daß ein anderes Resultat kam, wovon sich die meisten Professoren und Docenten der hiesigen Facultät, viele praktische Aerzte, sowie auswärtige Physiologen überzeugt haben. Es bleibt sich auch gleich, ob man an der hinteren oder vorderen Rückenmarksfläche die Dräthe anlegt. Einen Versuch der Art machte ich auf Anrathen des Herr Staatsraths Pirogoff aus Petersburg, in dessen Gegenwart. Nachdem einem Frosche das Rückenmark bloßgelegt worden war, wurden die Nervenwurzeln abgeschnitten, dann das gesammte Rückenmark zurückgelegt und mit einer Stecknadel an die Haut des Hinterhaupts angesteckt, daß man bequem die Dräthe an die untere Fläche des verlängerten Markes bringen konnte. Als dies geschehen war, hatte man kaum zu drehen angefangen, als das Herz vollkommen still stand, ohne daß am übrigen Körper Tetanus eingetreten war.

Die Stärke des elektrischen Stromes, welchen ich bei meinen Versuchen anwendete, war so gering, daß bei starkem Drehen die Hände, welche die Dräthe hielten, kaum eine Spur von Schlägen fühlen konnten. Nach einer von Herrn v. Feilitzsch angestellten Untersuchung der Stromstärke ergab sich, daß die Kraft höchstens achtmal so stark war, als die eines Kupferzinkelementes, dessen Strom 200 Mal in der Minute unterbrochen wird, vorausgesetzt, daß auf eine Minute 100 Umdrehungen kommen. — Ich habe aber auch seit meinen ersten Versuchen viel stärkere Apparate angewendet, ohne daß dadurch ein wesentlicher Unterschied herbeigeführt wurde. — Hatte ich hingegen den erstgenannten Apparat, welcher aus 6 Hufeisenmagneten (jeder 15‴ breit, 2½‴ dick, 7¼″ lang) bestand, geschwächt, indem ich nur 2 Magnete benutzte, so brachte ich nur ausnahmsweise das Herz zum Stillstande, sein Schlag wurde aber meistens seltener, manchmal fehlte die Wirkung ganz, besonders wenn ich den Strom der Länge nach durchgehen ließ; seltener blieb die Wirkung aus, wenn ich die Dräthe der Breite nach einbrachte, wo vielleicht die beiden N. vagi direkter afficirt waren.

Der Stillstand des Herzens erfolgt bei einer gehörigen Raschheit des Drehens fast augenblicklich. Wird zu langsam gedreht, so kommen zuweilen noch ein paar Schläge, ehe der Stillstand eintritt. Ich habe ihn nicht aufhören gesehen, wenn auch nahe 1½ Minuten lang gedreht wird. (In diesem Falle hatte der Tetanus schon bereits lange aufgehört.) — Wird hingegen noch länger das Drehen fortgesetzt, so fängt, wie E. Weber beobachtete, die Pulsation von selbst wieder an, d. h. also: die Nervenparthien, durch welche der Stillstand des Herzens bedingt wird, reagiren nicht mehr auf den Reiz.

Nachdem man zu drehen aufgehört hat, erfolgt, wenn das verlängerte Mark starker Frösche nur ungefähr 15 Secunden dem Strome ausgesetzt war, unmittelbar der Herzschlag wieder, der nach einem Paar langsameren Schlägen sogleich wieder in seinen früheren Rythmus tritt. — Hat der Reiz länger gedauert, so steht das Herz auch nach dem Versuche. Aus einer großen Reihe von Beobachtungen, in welchen jedesmal mit Benutzung derselben Maschine und ungefähr gleichstarker Drehung eine halbe Minute gedreht wurde, ergab sich, daß im Mittel nach 12 Sekunden der Herzschlag wieder von selbst eintrat.

Das stillstehende Herz ist ganz mit Blut gefüllt, dunkelroth und stark erweitert. Verschiedene Beobachter und ich selbst haben während des Stillstandes es mit einer starken Lupe betrachtet, aber von keinem wurde die

geringste Zuckung oder Contraction gesehen, — weder am Ventrikel, noch an den Atrien. — Die Ausdehnung des Herzens ist im ersten Anfange des Versuchs nicht so stark, als später und diese Zunahme der Ausdehnung rührt zum Theil vielleicht davon her, daß der Ventrikel wahrscheinlich eher stille steht, als die Atrien, was ich jedoch nicht mit Gewißheit beobachtet habe. Einen größeren Antheil an der Ueberfüllung des Herzens mit Blut hat aber wahrscheinlich die Contraction der willkürlichen Muskeln, durch welche das Venenblut gegen das Herz hingetrieben wird. Auf diese Ursache hat mich Professor Mayer aufmerksam gemacht. Ich muß unten wieder darauf zurückkommen.

Wird aus dem Herzen das Blut dadurch entleert, daß große Blutungen durch Oeffnung großer Venen gemacht werden — ein Versuch, welchen Herr Professor Mayer angab, — so steht das Herz nach Reizung der Medulla oblongata gleichfalls still, es ist hingegen nicht roth, sondern blaß, liegt platt auf und ist nicht zusammengezogen und zugespitzt, wie das blasse Herz während der Contraction sich verhält.

Werden die Dräthe, anstatt auf das verlängerte Mark, auf die Wirbel angelegt, unter welchen jenes liegt, so entstehen keine sich stets gleich bleibenden Wirkungen. Ich hatte in früheren Versuchen eine Zunahme bemerkt, welche aber nicht immer gesehen wird. Bei einem Frosche sah ich den Puls während dieses Versuches von 36 auf 44, und dann wieder von 46 auf 56 steigen. Doch sind, wie gesagt, diese Erscheinungen durchaus nicht constant. Der angegebene Versuch gelingt, wie die Gebrüder Weber gesehen haben, auch an Säugethieren ebenso gut, er gelingt in derselben Weise nach eigenen Beobachtungen an Fischen.

3. Versuch. Bringt man die Dräthe des Rotationsapparates mit beiden N. vagi in Berührung, so steht sogleich, wenn gedreht wird, das Herz still.

Nach den Beobachtungen von E. Weber ist die Mitwirkung beider N. vagi nothwendig, um Stillstand des Herzens zu bewirken, während die elektrische Reizung eines N. vagus diese Wirkung nicht zur Folge hatte. — Ich habe jedoch wiederholt auch Stillstand nach der Reizung eines N. vagus gesehen, ganz besonders, wenn man ihn nahe dem Herzen in die Kette bringt. Eine solche Beobachtung machten mit mir die Herrn Professoren Albers und Kilian und Herr Dr. Schaafhausen, wo im Momente, als man anfing zu drehen, das Herz stand.

Werden die N. vagi durch eine Glasplatte isolirt und dann elektrisirt, so füllt sich gewöhnlich das Herz nicht so stark mit Blut, sondern bleibt heller.

Man kann vermittelst der N. vagi auch dann noch Stillstand des Herzens bewirken, wenn man das verlängerte Mark gänzlich herausgenommen hat und die Dräthe in die leere Höhle so anlegt, daß der Strom in der Richtung der beiden abgehenden N. vagi geht.

Werden auf beiden Seiten die N. vagi durchgeschnitten, so wirkt die Reizung des verlängerten Marks nicht mehr auf das Herz.

Wenn endlich der N. sympathicus allein elektrisirt wird, so wird, wie sowohl die Gebrüder Weber als ich beobachtet haben, das Herz gar nicht afficirt.

4. Versuch. Wird das Herz selbst dem elektrischen Strome ausgesetzt, so bemerkt man nicht immer dieselben Erscheinungen, zuweilen Vermehrung der Schläge, zuweilen Stillstand. Bei allen Beobachtungen,

welche ich anstellte, sah ich, daß, wenn die Dräthe bei einem frischen Frosche, dem das Herz bloß gelegt worden war, die beiden Seiten des Ventrikels berührten, die Zahl der Herzschläge vermehrt wurde. Wurde lange an demselben Frosche operirt, so folgte oft der Reizung Stillstand des Herzens. Ich habe kein anderes Resultat gesehen, wenn Gehirn und Rückenmark vorhanden waren, als wenn sie zerstört waren und auch nicht, wenn das Herz ausgeschnitten war. — Nachdem die Drehung beendigt war, stand in sehr vielen Fällen das Herz still, in mehren Versuchen z. B. 15 Sekunden lang. — Brachte ich den Bulbus aortae in die Kette, so war das Resultat ganz dasselbe, große Frequenz und dann Stillstand. — Brachte ich endlich die Vorhöfe in den elektrischen Strom, so sah ich gewöhnlich die Ventrikel weiter schlagen, aber bald oder gleich die Vorhöfe stille stehen.

Deutung der Versuche. Man ist bisher gewohnt gewesen, den Einfluß, den das verlängerte Mark auf das Herz hat und der eigentlich nichts Neues, sondern eine selbst im alltäglichen Leben bekannte Erscheinung ist, allein oder wenigstens größtentheils auf Rechnung des Athemholens zu setzen, für welches ja bekanntlich das verlängerte Mark den Centralnervenapparat bildet. Um zu erfahren, ob in der That die in Folge der beiden erstgenannten Versuche entstandene Beeinträchtigung der Respiration die Veränderung der Herzbewegung veranlasse, darüber können direkte Beobachtungen Gewißheit verschaffen.

Der Einfluß des Athmens auf die Herzbewegung ist bei Säugethieren und Vögeln theils ein mechanischer, theils ein chemischer. Der mechanische hängt zunächst von dem Drucke ab, den bei der Exspiration das Herz und die großen Gefäße erfahren, der chemische vom Zuflusse des Sauerstoffs. — Der mechanische Einfluß ist bei Fröschen, wo die Lungen Raum genug zu ihrer Ausdehnung haben, von sehr geringer Bedeutung. Der Sauerstoff der Luft hingegen erhält auch bei diesen Thieren unaufhörlich das Leben. Es scheint, daß, so zähe das Leben auch immerhin bei ihnen ist, der vollständige Mangel dieses mächtigen Agens alle Bande der Existenz rasch löst. — Ich habe Frösche unter Oel und unter Wasser so fest gehalten, daß sie keine atmospärische Luft athmen konnten. Bei einem war schon nach 4 Stunden ein vollständiger Stillstand des Herzens und vollkommenes Schwinden aller Reizbarkeit eingetreten. Eine andere Versuchsreihe lehrte mich, daß Frösche im Winter, nachdem ihnen die Lungen unterbunden und ausgeschnitten worden sind, noch wenigstens 4, selbst 6 Tage fortleben, und es muß daher die Haut das Blut wenigstens soviel mit Sauerstoff versorgen, daß das Leben soviel länger noch bestehen kann. — — Zu derselben Zeit, als ich diese Versuche machte, stellte ich auch andere an, um zu beobachten, wie lange Frösche, denen das verlängerte Mark exstirpirt war, am Leben bleiben. Solche Frösche erlebten niemals den 3. Tag. Da aber die Wegnahme des verlängerten Markes die Haut nicht unthätig macht, sondern durch dieselbe auch nach jener Operation noch Sauerstoff an's Blut gelangen kann, so folgt, daß der rasche Tod nicht eine Folge des Respirationsmangels sein kann. — Betrachtet man aber ferner, daß in dem oben angegebenen ersten Versuche nicht selten Thiere fortathmen und sich dennoch die Herzpulsation vermindert, so ist dies ein zweiter Grund zu der gleichen Annahme. — Endlich hört jedesmal, wenn im zweiten Versuche die Dräthe einmal an das verlängerte Mark angelegt wurden, das Athemholen auf, und man kann den-

noch wiederholt das Herz zum Stillstande bringen, und nachher bekommt es seine frühere Pulsfrequenz wieder. – Es kann somit als unzweifelhalt betrachtet werden, daß die Respirationsstörung nicht die Veranlassung zu den im 1. und 2. Versuche angegebenen Veränderungen des Herzschlages ist.

Bei der Deutung des zweiten Versuches ließe sich denken, daß das Blut mit Gewalt durch die tetanische Contraction der willkürlichen Körpermuskeln in das Herz getrieben wurde, und wie ein Keil das Herz passiv ausdehne. Diese Ansicht ist jedoch durch 3 oben schon angegebene Versuche widerlegt, indem auch das Herz stillsteht bei künstlich veranstalteten Blutungen, bei Reizungen des Nervi vagi und nach Trennung des Rückenmarks, wo so gut wie gar kein Tetanus entsteht.

Es bleibt mithin keine andere Deutung, als daß es die Nerven sind, deren Affection im 1. Versuche die Abnahme der Herzschläge, im 2. den Stillstand des Herzens veranlaßt. Da unstreitig der 2. Versuch der wichtigere ist und aus seiner Erläuterung der 1. von selbst klar wird, so werde ich im Folgenden hauptsächlich bei ihm stehen bleiben.

Früherhin (Archiv für physiol. Heilk. Bd. V.) habe ich mich unbestimmt darüber ausgesprochen, wie man den Stillstand des Herzens nach der elektrischen Reizung des verlängerten Marks und der N. vagi zu fassen habe, und habe die Erscheinung mehr mit Tetanus verglichen. Zuerst hat mich die Beobachtung, daß bei der Anwendung des Reizes auf die äußere Wirbelfläche das Herz mitunter häufiger schlägt, zu dieser Annahme bewogen. Aber abgesehen davon, daß sie nicht constant gemacht werden kann, berechtigt sie noch nicht zu dem Schlusse, ebenso wenig, als verschiedene andere von Physiologen gemachte Erfahrungen, daß durch manche Reizung der Medulla oblongata das stillstehende Herz sich wieder von Neuem bewege. Denn man kann sich denken, daß der durch Elektricität entstandene Reiz so stark auf die N. vagi wirke, daß die Muskeln so lange ihre Reizbarkeit aufgeben, als jener anhält. — Wenn auch ferner nach der Beendigung der Drehungen das Herz sogleich wieder zu schlagen beginnen kann, so möchte ich auch diesen Umstand nicht mehr in die Wagschale legen, um die active Contraction des Herzens bei dem oft erwähnten Stillstande damit zu beweisen. Und endlich läßt sich, wie ich unten zeigen werde, das Verhalten des dem elektrischen Strome ausgesetzten Herzens selbst mit der Annahme, welche ich adoptire, wohl in Uebereinstimmung bringen. Ich halte nämlich den Stillstand des Herzens nach der elektrischen Reizung der Medulla oblongata für eine passive Erscheinung, und schließe mich den Ansichten von Naumann, Mayer und E. Weber in Leipzig an. Das Herz kommt niemals in den Zustand, welchen es bei der Contraction zeigt, dehnt sich vielmehr, gefüllt oder nicht gefüllt, sehr aus, zwar so, wie man es nach dem Tode findet, und sogar wie es scheint noch mehr. — Ich vergleiche den Zustand des Herzens durch die Elektrisirung der N. vagi oder der Medulla oblongata mit der durch Beladonna herbeigeführten Erweiterung der Iris. Beides sind passive Zustände, aber in beiden ist der Nachlaß der Reaction kein absoluter, sondern hört nicht nur früher oder später von selbst auf nach dem Aufhören des Reizes, sondern gestattet auch, daß während desselben neue Reize active Bewegungen hervorrufen. Während die Iris durch Belladonna sehr ausgedehnt ist, kann eine leichte Berührung derselben durch das Staarmesser schon Contraction veranlassen. — Durch beide Agentien sehen wir Kräfte sich entfalten, welche

mit einem Male die Nerventhätigkeit so hemmen, daß die Muskeln auf ihren gewöhnlichen Reiz nicht mehr reagiren. Nach Versuchen von E. Weber bewirkt auch Reizung des N. oculomotorius in der Hirnhöhle vermittelst des Rotationsapparates Erweiterung der Pupille, während nach Valentin mechanische oder chemische Reizmittel, auf denselben Nerven angewandt, Verengerung der Pupille hervorrufen (de funct. nerv. §. 38).

Man kann sich vorstellen, daß in dem N. vagus und dem verlängerten Marke ein Princip vorhanden sei, durch welches auf die Bewegung des Herzens eine hemmende Kraft ausgeübt wurde, und daß durch den elektrischen Einfluß diese Kraft in höherem Maße sich entwickele. Man kann sich aber auch vorstellen, daß durch den starken Reiz auf die genannten Nerventheile eine momentane Erschöpfung eintritt. Beide Vorstellungen sind möglich, und es wird bald die eine, bald die andere mehr wahrscheinlich.

Die erstere ist die von E. Weber (s. o. p. 35 und p. 46 fg.) angenommene. Er hält die N. vagi nicht für diejenigen Nerven, welche der Bewegung des Herzens vorstehen, sondern hält, wenn ich ihn recht fasse, Nervenfasern, welche vom Bulbus aortae aus sich in das Herz verbreiten, für die motorischen Nerven des Herzens. Die Thätigkeit der letzteren wird nach W. durch die Anregung der N. vagi gehemmt, und daher komme es, daß wenn die N. vagi zu lange gereizt worden sind, von selbst das Herz wieder zu schlagen beginnt, obgleich die elektrische Reizung fortdauert.

Gegen diese Annahme spricht jedoch erstens, daß im Froschherzen solche motorische Nerven außer denen, welche als Aeste des N. vagus zum Herzen gehen, anatomisch noch nicht nachgewiesen sind. Mir wenigstens ist es bis jetzt nicht gelungen, andere, als die eben genannten Nerven troß einer sorgfältigen Untersuchung zu entdecken. Der N. vagus verbindet sich bekanntlich mit dem N. sympathicus in dem Ganglion, welches ungefähr 1''' von der Wurzel des N. vagus entfernt liegt, und aus diesem Ganglion, welches Elemente vom Vagus und Sympathicus enthält, entspringt unter anderen der N. cardiacus, ein sehr feines Fädchen. Dieser läuft an der inneren Seite der Lungen her, und geht mit den Venen zu den Vorkammern, welche am reichlichsten davon versorgt werden, und dann zur Herzkammer, welche nur spärlich Nervenfasern empfängt. (S. den Anhang zu dieser Abhandlung.) — Dieses ist, soviel ich bis jetzt gesehen habe, der einzige Weg, auf welchem das Herz Nervenfasern aus dem N. sympathicus erhält.

Aber auch zugegeben, das Herz erhielte noch auf einem anderen Wege Zweige vom N. sympathicus, so ist es zweitens nicht wahrscheinlich, daß den einen Zweigen des N. sympathicus eine motorische, den anderen, die im R. cardiacus n. vagi verlaufen, eine hemmende Kraft zukommen soll. In dem R. cardiacus nämlich sind, soviel mich die Beobachtung lehrte, durchgehends sympathische Elemente, schmale Fasern und eingestreute Ganglienkörper.

Die hemmende Kraft im R. cardiacus und in dem entsprechenden Centralnerventheil müßte drittens der bewegenden im normalen Zustande ein Gegengewicht halten. Die bewegende Kraft würde sich nur zum Theile äußern, weil eben ein anderer Theil latent wäre. So müßte man, wie mir scheint, consequent jene Ansicht verfolgen. Fände dies aber Statt, so müßte nothwendig nach Durchschneidung des N. vagus die Herzfrequenz zunehmen, was aber am Froschherzen keineswegs der Fall ist.

Ich halte daher die zweite Annahme für richtiger und einfacher, und sehe den Stillstand für eine Folge von momentaner Erschöpfung an, welche

durch die Macht des elektrischen Reizes auf die Nerven hervorgebracht worden ist. Es ist nicht ohne Analogie, daß ein kräftiger Reiz eine Wirkung veranlaßt, welche Aehnlichkeit mit Lähmung des betroffenen Organes hat, ohne daß dasselbe wirklich gelähmt ist. Ich brauche nur auf die Bewegung der Iris hinzudeuten. Die Irisbewegung ist hauptsächlich von dem N. oculomotorius beherrscht. E. Weber fand, wie schon bemerkt, daß, wenn dieser Nerv in der Hirnhöhle mit den Leitungsdräthen des magneto-elektrischen Rotationsapparates berührt wurde, bei Säugethieren die Pupille sich erweiterte, längere Zeit nach Unterbrechung des Stromes erweitert blieb, und dann sich wieder sehr langsam verengerte. Abgesehen von dem organischen Prozesse, durch welchen beide Erscheinungen an dem Herzen und an der Iris eingeleitet werden, kommen sie im Resultate überein. Nach Anwendung desselben Reizes auf zwei verschiedene Nerven sehen wir Zustände hervorgerufen, welche der Unthätigkeit des Organes analog sind. Nach der elektrischen Reizung des N. oculomotorius erweitert sich die Pupille, wie nach der Durchschneidung desselben, nach elektrischer Reizung des verlängerten Markes wird der Herzschlag sistirt, wie er nach Wegnahme rasch seltener wird.

Es ist sehr bemerkenswerth, daß der Stillstand des Herzens immer der elektrischen Reizung des N. vagi so zu sagen auf dem Fuße folgt. Sobald man aber am Herzen selbst sich von den stärkeren Ausbreitungen des R. cardiaci entfernt, so tritt eine andere Wirkung ein. Bringt man die Dräthe des Rotationsapparates an die Vorhöfe, vorzüglich aber an seine oberen Wände, so stehen die Vorhöfe auf dieselbe Weise still, als ob man das verlängerte Mark gereizt hätte. Sie sind dunkelroth, stark ausgedehnt. Mit dem Apparate, welchen ich anwendete, sah ich keinen anderen Erfolg. E. Weber hingegen bemerkt, daß, wenn er bei voller Kraft den Vorhof reizte, er ihn nicht im Zustande der Erschlaffung, sondern im heftigsten Zustande der continuirlichen Zusammenziehung getroffen habe, während er bei vorgelegtem Anker dasselbe sah, was ich beständig fand. Während der Vorhof erweitert stillsteht, schlägt die Kammer ungestört weiter, nur etwas unregelmäßiger. — Wird der Herzventrikel selbst in den Strom gebracht, so ist Vermehrung der Pulsationen die gewöhnlichste Folge, und bei gesunden, nicht entkräfteten Fröschen tritt dieser Erfolg immer ein. Wiederholt man den Versuch an demselben Thiere mehrmals, so tritt eine sehr merkwürdige Erscheinung ein, indem nämlich einzelne Stellen blaß bleiben und sogar nach und nach oder auch auf einmal das ganze Herz bleich wird. Es ist dies ein tetanischer Zustand, welcher zuerst von E. Weber bemerkt worden ist. — In anderen Fällen endlich bleibt das Herz stillstehen, im Zustande der Ausdehnung, breit, mit Blut gefüllt. Auch tritt sehr häufig dieser passive Zustand unmittelbar, nachdem man aufgehört hat zu drehen, ein, wenn vorher die Pulsation des Herzens an Häufigkeit zugenommen hatte.

Diese verschiedenen Wirkungen nach einem und demselben Einflusse, welche sich keineswegs immer voraus bestimmen lassen, deuten darauf hin, daß bei der Bewegung des Herzens zwei Kräfte thätig sind, von denen bald die eine, bald die andere das Uebergewicht hat. — Insoweit stimme ich ganz überein mit dem, was E. Weber (p. 37) angegeben hat. Ich glaube mit ihm, daß die eine Kraft sich vom verlängerten Marke aus entwickelt, die andere muß man im Herzen selbst suchen. Aber ich glaube nicht, daß man die Erweckung der letzteren besonderen Zweigen des N. sympathicus

zutheilen darf, aus Gründen, welche ich oben auseinandergesetzt habe. — Zugegeben, daß Nerven es seien, in welchen diese Kraft sitzt, welche im Herzen selbst sich ausspricht, so ist die Annahme, daß es besondere Nerven sein mußten, keine nothwendige. Vielmehr finden sich im thierischen Körper nicht wenige analoge Fälle, in welchen auf dem Gebiete desselben Nerven zwei ganz verschiedene Kräfte sich kund geben. Während z. B. das den Reflexbewegungen zum Grunde liegende Princip nach schmerzerregenden Eindrücken eine gewisse Bewegung fordert, kann die Willenskraft diese Bewegungen hemmen. Man hat keinen Grund zur Annahme, daß zur Entfaltung beider Thätigkeiten verschiedenartige Nerven vorhanden seien oder gefordert werden. Ohne im Geringsten daran zu denken, die Qualität beider im eben genannten Beispiele genannten Kräfte mit den supponirten beiden auf die Herzbewegung wirkenden Kräften zu vergleichen, ist es wohl erlaubt, die Verhältnisse der ersten zu einander mit den Verhältnissen der zweiten zu vergleichen. Wir sehen auf der anderen Seite, daß ein Motiv zu einer willkürlichen Handlung so auf die Willenskraft einwirken kann, daß der Reiz, welcher eine Reflexbewegung gewöhnlich veranlaßt, ohne Wirkung bleibt. Ebenso sehen wir, daß ein gewisser elektrischer Reiz so auf die eine im verlängerten Marke repräsentirte Kraft, welche die Herzbewegung beherrscht, einwirken kann, daß diejenige Ursache, welche innerhalb des Herzens selbst die Bewegung veranlaßt und über deren Wesen wir vorläufig nicht sprechen wollen, keine Wirkung hervorbringt. — Ferner sehen wir, daß nur innerhalb gewisser Grenzen das Motiv willkürlicher Handlungen die Wirkung des Reizes aufhalten kann, dann aber diese trotz der Fortdauer des ersteren wieder vortritt. So kann z. B. die Bewegung des Hustens so lange willkürlich suspendirt werden, bis der Reiz eine gewisse Größe überschreitet. Ebenso hebt die elektrische Reizung des verlängerten Markes, wenn sie zu lange fortgesetzt wird, die Bewegung des Herzens nicht mehr auf, sondern trotz der Drehungen fängt das Herz nach E. Weber wieder zu schlagen an. — Endlich sehen wir beide Kräfte, die Willenskraft und das Princip der Reflexion, sich begegnen, und die Wirkungen neben einander fluctuiren. So kann der willkürlich bewegte Muskel zugleich zittern und zucken. Ebenso begegnen sich beide herzbewegende Kräfte im Herzen selbst, und wir sehen die Wirkungen beider neben einander fluctuiren, wie dies aus den oben angeführten Beobachtungen erhellt. —

Es thut Nichts zur Sache, daß die Mittel und Wege, durch welche die Wirkungen entstehen, auf beiden Seiten nicht dieselben sind, und daß sie auf der einen Seite viel bekannter, als auf der anderen sind.

Ich wiederhole, daß ich weit entfernt bin, die im Herzen selbst wirkende Kraft als eine dem Principe der Reflexbewegung analoge zu betrachten, wie aus der weiteren Untersuchung noch hervorgehen wird. Ja es muß sogar noch sehr in Frage gestellt bleiben, ob überhaupt es eine in den Nerven ausgesprochene Kraft ist, welche hier wirkt; eine Frage, auf die ich unten noch einmal zurückkommen muß.

Bisher habe ich zu zeigen versucht, daß die Hemmung des Herzschlages durch den elektrischen Reiz eine passive Erscheinung sei, welche auf einer momentanen Thätigkeitsabnahme an dem verlängerten Marke und dem N. vagus beruhen muß. Hieraus darf man aber nicht folgern, daß die Anregung zur Herzbewegung von dem verlängerten Marke nicht erfolgen könne. Sehen wir doch, daß dieselbe Willenskraft, welche Bewegungen

hemmt, auch dieselben wieder anregt, — einerlei durch welche Mittel, — wenn nur andere Motive auf sie wirken! Kann es nicht ebenso gut möglich sein, daß durch den elektrischen Reiz ein Stillstand entsteht, während durch die passenden, normalen Erregungen der normale Herzschlag erhalten wird? Um so mehr, glaube ich, wenn wir auch die vielen Versuche in's Auge fassen, welche beim Nachlassen des Herzschlages bei sterbenden Thieren von Anderen und von mir angestellt worden sind, und in denen mechanische und chemische Reizungen des verlängerten Markes und der N. vagi die Bewegungen des Herzens vermehrten oder sie wieder hervorriefen, wenn sie aufgehört haben. Es ist unglaublich, daß alle diese Versuche auf Täuschung beruht haben, um so mehr, da die neueren Erfahrungen sie unterstützen, und nicht widerlegen. — Alles zusammengenommen, scheint es unleugbar, daß das verlängerte Mark einen mächtigen Einfluß auf die Herzbewegung übt, und daß der elektrische Reiz diesen Einfluß momentan aufhebt. Diesen Einfluß aber näher zu bezeichnen, wird einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung vorbehalten.

B. Darmkanal.

In meinen früheren Versuchen, welche ich schon vor 7 Jahren anstellte, fand ich, daß man durch mechanische und chemische Reizung des Rückenmarkes, des verlängerten Markes, des kleinen Gehirns, des rechten Sehhügels und des rechten gestreiften Körpers in vielen Thieren Bewegungen des Magens bei eben getödteten Thieren hervorbringen könne. — Wie schon bemerkt, gelingen aber diese Versuche bei Weitem nicht immer und sie haben deßhalb auch durchaus keinen allgemeinen Eingang und Glauben gefunden. Zudem kommt hier, wie bei den Gedärmen die mißliche Sache vor, daß sich der Magen oft spontan bewegt und somit sich mehre Umstände vereinigen, um mißtrauisch gegen die Richtigkeit der Versuche zu werden.

Seitdem man sich in neuerer Zeit des Rotationsapparates zu derartigen Versuchen bedient, hat man ein Reizmittel kennen gelernt, welches entschiedener und sicherer, als alle bisher angewendeten Mittel, wirkt.

Zuerst hat, soviel ich weiß, Volkmann die Beobachtung gemacht, daß bei Reizung des Rückenmarkes in dem Magen und Darme stärkere Bewegungen, als gewöhnlich, entstanden, welche hinreichend kräftig waren, um eine Causalverbindung zwischen Reiz und Bewegung sehr wahrscheinlich zu machen; s. dieses Wörterbuch II. p. 576.

Sodann hat E. Weber (s. oben p. 49) auf sehr entscheidende Weise Versuche angestellt am Cyprinus tinca, einem Fische, in dessen Darmkanal quergestreifte und zu starker Contraction sehr geignete Muskelfasern befindlich sind. Er fand sehr intensive Magenbewegungen constant nach Reizung der Medulla oblongata, der N. vagi, des hinteren Theiles des kleinen Gehirns, nicht aber nach Reizung der vor dem hinteren unpaaren Hügel (kleinen Gehirne) liegenden Theile, und schon nicht mehr nach Reizung des vorderen Theils des hinteren unpaaren Hügels.

Endlich habe ich selbst wieder an Kaninchen, welche durch einen Stich in's Herz getödtet wurden, das verlängerte Mark, das kleine Gehirn und die übrigen Gehirntheile unter Anwendung des Rotationsapparates gereizt, und auf's Entschiedendste mich überzeugt, daß Reizung des verlängerten Markes und des kleinen Gehirnes Bewegungen des Magens hervorbringt. Bei demselben Thiere habe ich zwar wiederholt, sobald man zu drehen

begann, Bewegungen entstehen gesehen; doch hört hier die Reizbarkeit auf, und man hat selten Gelegenheit, mehr als 3 Mal an demselben Thiere seine Beobachtung zu wiederholen. Natürlich darf man zu diesen Versuchen Thiere, bei denen die Magenbewegung sehr lebhaft ist, nicht gebrauchen. — Wie E. Weber bemerkte auch ich, daß Reizung der tieferen Theile des kleinen Gehirns entschiedenere Bewegungen veranlaßten, als oberflächliche Reizung. — Hingegen habe ich in meinen neueren Versuchen mich nicht vollkommen überzeugen können, daß die Reizungen des Sehhügels und der gestreiften Körper Magenbewegungen erzeugen, obwohl es in manchen Fällen so zu sein schien. Ich betrachte daher meine frühere Annahme in dieser Beziehung für noch nicht entschieden. — Vom Rückenmarke aus sah E. Weber keine Wirkungen. Ich habe neuerdings darüber keine Beobachtungen gemacht.

Aus allen Versuchen geht als unzweifelhate Thatsache hervor, daß durch Reizung der N. vagi, des verlängerten Markes und des kleinen Gehirns Bewegungen des Magens hervorgerufen werden können.

In Betreff des Darmkanals habe ich im vorigen Jahre (s. Froriep's n. Notizen. B. 39. p. 312) von Neuem Versuche an Kaninchen, welche durch einen Stich in's Herz rasch getödtet worden waren, angestellt, wobei mich die Herrn Brandis und Steffens vortrefflich unterstützten. Da es eine zu mißliche Sache ist, die spontanen Bewegungen des Dünndarmes von den durch Reizung entstandenen bei jedem Thiere zu unterscheiden, und da es mir vor Allem daran gelegen war, einen Versuch zu finden, welcher, wenn er richtig angestellt ist, immer gelingt, so habe ich bei meinen Versuchen nur den Blinddarm der Kaninchen in Betracht gezogen, welcher sich in der Regel selten lebhaft, sehr häufig gar nicht bewegt. Schließt man nun die Thiere, bei welchen exceptionell der Blinddarm sich stark bewegt, ganz aus, so wird man bei jedem, besonders aber bei jungen Kaninchen, dem in die Medulla oblongata die Dräthe des Rotationsapparates eingesetzt sind, fast in demselben Augenblicke, wenn zu drehen begonnen ist, eine lebhafte Bewegung des Blinddarms eintreten sehen. In manchen Fällen war dieselbe so stark, daß aus einem vorher gemachten Einschnitte die Kothmasse mit Vehemenz herausdrang. Auch durch dieselbe Reizung des kleinen Gehirns, besonders wenn die Dräthe tief eingeführt waren, kam dasselbe Resultat zum Vorschein, jedoch gewöhnlich nicht mit derselben Intensität.

Es ist bemerkenswerth, daß man niemals (wenigstens bei der Stromstärke, welche ich anwenden konnte) einen Stillstand der peristaltischen Darmbewegungen hervorbringen konnte, so stark und so lange auch gedreht werden mochte.

In einem sehr bezeichnenden Versuche hatte ich zweimal die entschiedene Wirkung auf den Blinddarm gesehen, durchschnitt sodann sogleich rasch beide N. vagi, und reizte von Neuem. Es blieb die Wirkung ganz und gar aus. Hierauf wurden die beiden Vagi auf untergeschobenen Glasblättchen mit den Dräthen berührt, sogleich erfolgte die deutlichste Bewegung, in Magen und Blinddarm, als angefangen wurde zu drehen; und die Erscheinung wiederholte sich sogar bei wiederholter Reizung. — In einem zweiten Versuche sah ich dasselbe Resultat.

E. Weber hat durch Versuche an Cyprinus tinca und an Hunden gleichfalls den Einfluß der N. vagi und des verlängerten Markes auf die Darmbewegung nachgewiesen. Hingegen ist es Stilling, welcher zuerst

schon vor 4 Jahren beobachtet hat, daß Reizung des N. vagus auf Bewegung des Darmes wirke. (Häser's Archiv, B. 4. p. 451 u. 457).

Bei Fröschen sind meine Versuche ohne Erfolg geblieben.

Es ist mithin als eine unbestreitbare Thatsache anzusehen, daß durch Reizung der N. vagi, des verlängerten Markes und des kleinen Gehirns ebenso sicher vermehrte Bewegungen des Darmkanals entstehen, als Stillstand des Herzens nach Reizung der N. vagi und des verlängerten Markes eintritt.

Weitere Untersuchungen müssen jedoch lehren, in wiefern Reizungen der übrigen Gehirntheile auf die genannten Bewegungen einwirken und ob sich auch hierin meine früheren Beobachtungen bestätigen oder nicht. — Hinsichtlich der Bewegungen der Geschlechts- und Harnwerkzeuge erwähne ich Nichts, weil hierüber keine neueren Untersuchungen vorliegen, meine früheren Beobachtungen findet man in meinen Untersuchungen über das Nervensyst. Hft. 1841 und 1842.

Eine Thatsache geht aus den bisher gemachten Beobachtungen hervor, die nämlich, daß man von dem verlängerten Marke aus nicht nur auf die Bewegung der der Willkür unterworfenen Muskeln, sondern auch der unwillkürlichen, wenigstens des Herzens und des Darmkanals, einwirken kann. Aber aus derselben allein läßt sich noch nicht folgern, daß die genannten Organe ebenso von verlängerten Marke und überhaupt von den Centraltheilen beherrscht werden, wie die willkürlich bewegten Organe, — es geht noch nicht daraus die Gleichstellung des N. sympathicus mit cerebrospinalen Nerven hervor. Denn es ist möglich, daß die nachgewiesenen Bewegungen nicht direkte Folgen derReizung sind, sondern auf dem Wege des Reflexes, des Antagonismus, der Combination und Association hervorgerufen werden, und wie man irren würde, wenn man aus einer nach Reizung einer sensiblen Nervenwurzel entstandenen Bewegung die motorische Kraft jenes Nerven beweisen wollte, so könnte man möglicher Weise auch irren, wenn man aus jenen Versuchen den Ursprung der motorischen Nerven für die unwillkürlich bewegten Organe behaupten wollte.

Es wird sich nun zunächst fragen, ob die bekannten Bewegungsarten des cerebrospinalen Systems auch sich wieder finden in dem Bereiche der Organe, zu denen der N. sympathicus hingeht; und dann ob der Bewegungsact selbst in den letzteren Organen sich vergleichen läßt mit denen der willkürlichen Muskeln.

Bewegungsformen in den vom N. sympathicus versorgten Organen.

Das Herz eignet sich am Meisten zu Untersuchungen über diesen Gegenstand, weßhalb ich auch vorzüglich auf dieses Rücksicht nehmen werde.

Die Nervenfasern, welche mit dem verlängerten Marke zusammenhängen, müssen entweder wirklich von da ausgehen, und sind dann in dieser Beziehung den Cerebrospinalnerven gleichzusetzen, — oder sie gehen rückwärts vom N. sympathicus und resp. von seinen Ganglien in das verlängerte Mark. Insbesondere bei dem Frosche würden nach der letzten Voraussetzung die in's verlängerte Mark eintretenden Herznerven entweder

vom Ganglion des N. vagus oder von den Herzganglien abstammen. — Beide Voraussetzungen müssen wir zur Beurtheilung unseres Gegenstandes stets vor Augen haben.

Von Bewegungsformen kennt man vorzüglich die combinirten, associirten, reflektirten, die Reizbewegungen und die durch Vorstellungen hervorgerufenen. Es ist zu untersuchen, welche von diesen Bewegungen im Herzen vorkommt oder von dem Herzen aus erregt wird.

Combinirte Bewegungen. Diesen Namen erhalten solche Bewegungen, welche dadurch entstehen, daß mehre Muskeln oder Muskelgruppen sich zu einer gemeinschaftlichen zweckmäßigen Action bewegen, wobei es gleichgültig ist, ob die Muskeln neben einander liegen oder nicht. — Zu combinirten Bewegungen gehört die Inspiration und Exspiration, die Beugung und Streckung, ohne Zweifel auch die Contraction des Herzens. Die Existenz der Athembewegungen ist in der Art an das verlängerte Mark gebunden, daß dessen Zerstörung augenblicklich diese Bewegung unwiederbringlich aufhebt. Die Streckung und Beugung, um zur Ausführung von Ortsbewegungen angewendet zu werden, bedürfen gleichfalls des Daseins von Rückenmark, nach dessen Zerstörung jene Bewegungen nicht mehr möglich sind. Volkmann hat entdeckt, daß die Bewegungen der vorderen und hinteren Lymphherzen bei Fröschen sogleich aufhören, sobald bestimmte Theile des Rückenmarkes vernichtet sind. Für die genannten Bewegungen, sowie für manche andere, sehen wir deßhalb das Rückenmark als die Nervenstelle an, in welcher sich das Princip erzeugt, welches der Combination zu Grunde liegt. Die Probe des Beweises für die Richtigkeit dieser Annahme liegt in der Wegnahme des betreffenden Rückenmarkstheiles, welche stets mit dem beständigen Verluste der Bewegungen verbunden ist. Diese Probe ist völlig genügend und ausreichend.

Im Blutherzen findet man nun gleichfalls eine Combination der Bewegungen, sowohl in der Folge derselben, als in ihrer Häufigkeit. Stets contrahiren sich im Froschherzen zuerst gemeinschaftlich die Atrien, dann der Ventrikel, zuletzt der Aortabulbus; so lange diese Theile vereinigt sind und das Thier noch lebenskräftig ist, schlägt kein Theil häufiger als der andere. Diese Combination hört nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes nicht auf, es folgt mithin daraus, daß in diesen Organen nicht das combinirende Princip liege, aber es folgt zuvörderst nicht daraus, daß es in dem N. sympathicus und seinen Ganglien liegen müsse, es folgt überhaupt nicht daraus, daß jenes Princip an Nerven gebunden sei.

Wäre die regelmäßige Folge der Bewegungen der einzelnen Herztheile durch ein Herzganglion beherrscht, so müßte sie durch Ausschneiden einzelner Herzstücke unterbrochen werden. Man kann jedoch aus dem Froschherzen Stücke herausschneiden, wo man will, man findet keines, nach dessen Wegnahme die nacheinander folgende Bewegung der Vorhöfe und der Herzkammer nicht mehr in dieser Ordnung folgte, oder für die Dauer aufgehoben wäre, solange überhaupt noch eine Beobachtung hierüber möglich ist.

Eine einzige compacte Nervenstelle, in welcher das combinirende Princip für die Folge der Herzbewegungen ebenso seinen Sitz hätte, wie im verlängerten Marke für die Respiration, existirt also nicht. Es wäre aber denkbar, daß zwar nicht ein einziges Centralorgan der Art, sondern deren viele seien, und daß ein jedes in einem Ganglion repräsentirt werde. Diesen polydynamischen Glauben kann man natürlich durch Exstirpation von

Herztheilen weder widerlegen noch beweisen. Es giebt aber allerdings eine Thatsache, durch welche jene Annahme an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Wenn nämlich das Herz zu schlagen aufgehört hat, so kann man, solange es überhaupt noch reizbar ist, die Reizung vornehmen, an welcher Stelle man will, stets beginnt die Bewegung wieder vom Vorhofe aus, und niemals von einer anderen Stelle. — Will man dieses interessante und wichtige Faktum mit der eben angedeuteten Theorie in Einklang bringen, so giebt es, wie ich glaube, nur zwei Wege dazu. Erstens kann man voraussetzen, daß überall, wo nach einer Reizung der Herzschlag wieder eintritt, wenigstens eine Ganglienkugel vorhanden sei. Obwohl nicht nachgewiesen, ja der anatomischen Untersuchung zufolge es sehr unwahrscheinlich ist, daß eine so große Verbreitung von Ganglienkugeln im Froschherzen besteht, so will ich es doch als richtig supponiren. In diesem Falle müßte man ferner annehmen, daß aus den Ganglienkugeln Primitivfasern entspringen und nicht bloß durch sie hindurchgehen, eine Annahme, welche, wie ich oben schon angeführt habe, den neuesten Entdeckungen über das Verhältniß der Primitivfasern zu den Ganglienkugeln nicht gerade widerspricht. Endlich müßten die von jeder Ganglienkugel entspringenden Primitivfasern, wenigstens die eine (motorische), zu den Atrien gehen und hier enden. — Sobald diese Voraussetzungen sich als begründet zeigen, was bis jetzt jedoch keineswegs der Fall ist, dann hat es allerdings große Wahrscheinlichkeit, daß jede Ganglienkugel im Herzen ein Centralapparat der combinirenden Bewegung sei. Denn wenn einmal die Nothwendigkeit erwiesen ist, daß vom Vorhofe aus die Bewegung beginnt, so ist die Reihenfolge und somit die bestimmte Combination der Bewegungen gegeben. So gerne man auch diese Theorie verfolgen möchte, bis jetzt darf man sie nicht stehen lassen, da sie nicht entfernt durch Beobachtungen begründet ist.

Man kann zweitens sich vorstellen, daß von den Ganglien der Atrien sich nach allen Seiten des Herzens hin die Nervenfasern verbreiten, receptive und reactive. Reizt man nun eine Stelle des Herzens, so werden die receptiven Fasern afficirt werden, und es entsteht auf dem Wege der Reflexion, welche man in den Ganglien supponirt, die Bewegung. Diese Vorstellung wird dadurch begünstigt, daß in der That die meisten Ganglienkugeln in den Atrien zu liegen scheinen, ihr steht aber entgegen, daß die reactiven Nervenfasern ganz kurz, die receptiven ganz lang sein müßten, weil erstere alle in den Atrien endigen müßten, — und eine solche Disposition wäre wenigstens, da sie der gewöhnlichen bekannten widerspricht, ohne Nachweis nicht wohl zuzulassen. Es steht ihr aber auch zweitens entgegen, daß die Nerven nicht in so großer Zahl in dem Ventrikel verbreitet zu sein scheinen.

Trotz des mangelnden Beweises würde man doch der einen oder der anderen der eben genannten Theorien sich hinneigen, wenn es nicht noch andere mögliche Erklärungsarten der oben angeführten Thatsache gäbe. Man könnte sich z. B. vorstellen, daß sich von der gereizten Stelle des Herzens aus kleine nicht wahrnehmbare Bewegungen verbreiteten bis zum Vorhofe, wo die Bewegung erst deutlich werde, weil hier die größte Nervenverbreitung und daher auch die größte Reizbarkeit vorhanden sei.

Berücksichtigenswerth dabei ist, daß, wenn man an einem abgeschnittenen Froschschenkel einen Muskel irgendwo reizt, eine Zuckung im ganzen Muskel eintritt, welche immer an der Stelle zu beginnen scheint, wo die Nerven in die Muskeln eintreten.

Zuweilen sieht man an willkürlichen Muskeln vom Körper getrennter Theile spontane, regelmäßige Bewegungen, wie Remak am Zwergfell von Kaninchen lange nach dem Tode sah, wie ich an den Kiemenfüßen von Branchipus paludosus beobachtete. In meinem Falle fing beständig die Bewegung an demselben Ende an und ging ihren regelmäßigen Gang, obgleich man den Grund davon nicht einsah. — Wenn man aber solche Beobachtungen an Theilen, welche nicht vom N. sympathicus versorgt werden, macht, so wird man zweifelhaft, ob man sie in Organen, welche davon versorgt werden, den Ganglien dieses Nerven zuschreiben soll, oder ob es nicht besser wäre, sie unerklärt zu lassen. Mit einem Worte, es ist nichts weniger als nachgewiesen, daß die regelmäßige Folge der Herzbewegungen eine von den Ganglien der Herznerven abhängige Erscheinung sei.

Eine andere Frage ist es, ob die Harmonien in der Häufigkeit der Bewegung der einzelnen Herztheile an die Ganglien gebunden sei. Volkmann hat zwei Versuche angegeben, welche dieser Annahme das Wort reden. Trennt man nämlich Vorhöfe und Kammer durch einen Querschnitt, so pulsiren in der Regel beide fort, aber in ungleichem Zeitmaße. Macht man zweitens in die abgetrennte Herzkammer eines Frosch- oder Fischherzens einen kleinen Längenschnitt, so entsteht zuerst kein störender Einfluß. Dringt aber das Messer weiter vor, so daß die Kammer halbirt wird, so fängt der Synchronismus der Bewegung zu leiden an. Die eine Herzhälfte contrahirt sich nämlich ein wenig früher, als die andere, und die letzte folgt in ähnlicher Weise, wie im normalen Leben die Contraction des Ventrikels auf die des Vorhofes folgt.

Man muß zugeben, daß die Harmonie der Bewegungen und die Fortdauer derselben überhaupt so genau zusammenhängen, daß beide Eigenschaften derselben Ursache zugeschrieben werden müssen. Hält man die Ganglien für diese Ursache, so giebt es drei mögliche Fälle, unter denen sie sich wirksam zeigen können. Entweder ist eine Stelle vorhanden, welche als das Centrum der Bewegungsharmonie anzusehen ist; — daß dies sich nicht so verhalte, wurde eben nachgewiesen. Oder alle Ganglien haben gleich große Einwirkung auf Erhaltung der Harmonie und Fortdauer. Dann muß jedes Herzstück, welches überhaupt spontan fortpulsirt, auch synchronisch fortpulsiren. Oder es giebt bevorzugte Stellen, an welchen vielleicht mehr Ganglienkugeln oder energischer wirkende (?) zusammenliegen. Daß auch unter dieser Annahme man nicht beweisen kann, daß die Ganglienkugeln die Harmonie der Bewegungen veranlassen, zeigt folgender Versuch von Volkmann (l. c. p. 617): »Ich hatte«, sagt er, »die Kammer durch einen Längenschnitt in reichlich $\frac{3}{4}$ ihrer Verbindung getrennt, worauf die eine Seite a selbstständig obschon langsam fortpulsirte, die andere b stillstand. Reizte ich a, so entstand jedesmal und augenblicklich eine Contraction, welche sich indeß nicht auf b erstreckte, reizte ich dagegen b, so contrahirte sich nicht nur dieses, sondern auch a«. Man sollte nun, wenn man sich an oben erwähnte Vermuthung hält, denken, a sei eine durch Ganglien bevorzugte Stelle, mehr als b, — aber dann müßte durch Reizung von a auch sich b mitbewegen und nicht umgekehrt. — Kurz Alles deutet darauf hin, daß die Ganglien nicht die Organe sein können, durch welche die Harmonie der Herzbewegungen erhalten wird. Wahrscheinlich hingegen ist es, daß der Bau des Herzens den wesentlichsten Antheil daran hat.

In der Bewegung des Darmes ein combinirendes Princip anzu-

nehmen, halte ich für gewagt. Es werden zwar dem Zwecke gemäß die für Chylus wie für Excremente bestimmten Stoffe an ihren passenden Ort geführt, aber dies geschieht nicht, wenn ich so sagen darf, durch Einen Taktschlag, dem zu Folge alle Theile zum gleichen Endzwecke sich bewegen, wie wir es bei der Respiration uns denken müssen, sondern die ganze Ausführung ist in den Mechanismus gelegt. Klappen hindern größere Störungen, aber kleine rückgängige und daher unzweckmäßige Bewegungen sind ganz gewöhnliche Erscheinungen im Darme, und man darf keineswegs glauben, daß die aus dem Magen kommenden Stoffe ununterbrochen dem Dickdarme entgegengeführt wurden.

Mithin kann man die Ganglien nicht für die Organe halten, welche in den unwillkürlich bewegten Theilen combinirte Bewegungen beherrschen.

Associirte Bewegungen. Bewegungen, welche sich mit der des Herzens associiren, müssen zunächst in den vom N. vagus und sympathicus versorgten Organen gesucht werden. Bei Säugethieren könnten Bewegungen der Zunge und des Zungenbeins mit denen des Herzens sich associiren, weil der R. descendens hypoglossi einen R. cardiacus abgiebt. Denn man versteht unter associirten Bewegungen solche, welche in Muskeln auftreten, die nicht unmittelbar gereizt sind und deren Nerven in der nächsten Nachbarschaft der gereizten liegen, oder die gleichnamigen der anderen Körperseite sind. — Es ist mir nicht bekannt, ob Zungenbewegungen bei Herzkrankheiten beobachtet worden sind, unbezweifelt hingegen verbinden sich Bewegungen des Athmens mit denen des Herzens, vielleicht auch Bewegungen des Darmes, wie aus pathologischen Fällen hervorzugehen scheint. In beiden Associationen, welche man allerdings leicht durch die Medulla oblongata, vielleicht ohne Zuthun des N. sympathicus erklären könnte, kann man aber durchaus nicht bestimmt sagen, daß sie durch Nerven veranlaßt werden. Ja es ist fast gewiß, daß die Association der Athem- und Herzbewegung blos der Zu- und Ableitung des arteriellen Blutes angehört, und es ist möglich, daß, wenn associirte Darmbewegungen überhaupt vorkommen, diese gleichfalls auf mechanischen Verhältnissen beruhen. — Müller hat bekanntlich die Vermuthung aufgestellt, ob nicht die vermehrten Herzbewegungen, welche bei willkürlichen Anstrengungen entstehen, zu den associirten Bewegungen zu setzen seien, indem das Nervenprincip von dem in so großer Kraftanstrengung begriffenen Rückenmarke auf die sympathischen Nerven überspringe. Wenn sich dies so verhielte, so wäre es das einzige Beispiel, daß Associationen zwischen sehr entfernten Theilen vorkämen, denn Herzklopfen entsteht bei angestrengter Bewegung der entferntesten Theile. — Aber abgesehen davon, ist es auch nicht wahrscheinlich, daß sich mit jedem Rückenmarksnerven die Herznerven verbinden sollen, da umgekehrt mit den Bewegungen des Herzens nicht die des Rumpfes sich associiren. — Müller verwirft zwar die Erklärung des Phänomens durch einen größeren Verbrauch von arteriellem Blute, weil aus einem größeren Athembedürfniß nicht folge, daß das Herz dem Zwecke gemäß bewegt werde. Aber man bemerkt in der That, daß sich die Häufigkeit des Herzschlages nach dem Athembedürfnisse richte, wie fast beständig mit vermehrter Respiration der Herzschlag zunimmt. Ohne daher auf den Zusammenhang der Erscheinungen Rücksicht nehmen zu wollen, steht soviel fest, daß es bis jetzt noch unsicher erscheint, ob überhaupt eine Association zwischen Herzschlag und anderen Bewegungen Statt findet. Ich darf

jedoch einzelne pathologische Fälle, auf die ich vorzüglich von Dr. Wolff aufmerksam gemacht worden bin, hier nicht übergehen. Es kommen nämlich Paroxysmen von Herzklopfen vor, welche jedesmal mit Zittern der Extremitäten und zuweilen mit einer Unfähigkeit, die richtige Bewegung auszuführen, verbunden sind. — Solche Erscheinungen können auf verschiedene Weise zwar erklärt werden, verdienen aber als Unterlage zu anderen Beobachtungen ihre volle Berücksichtigung.

So ungewiß aber nun auch am Herzen associirte Bewegungen nachzuweisen sind, so sicher bestehen sie in einem anderen unwillkürlich bewegten Organe, der Iris. Stets wird die Pupille mehr oder weniger enge, wenn das Auge sich nach innen wendet, wodurch die Association hinlänglich erwiesen ist. Hierdurch wäre also die Iris von dem Herzen abweichend, aber es findet sich auch noch eine andere Differenz. Die Iris kann vom N. oculomotorius aus in Bewegung gesetzt werden, der N. oculomotorius enthält vorwaltend breite Nervenfasern. Wenn nun auch die Bewegung der Iris zum Theil vom N. sympathicus beherrscht werden mag, größtentheils hängt doch dieselbe von dem cerebralen Nerven mit breiten Fasern ab. Hingegen ist wenigstens die überwiegende Fasernmenge der bewegenden Herznerven von schmalen Fasern. Ich habe sogar lediglich solche im Froschherzen gefunden. — Ob aber diese beiden genannten Verschiedenheiten zwischen Iris und Herzen, welche freilich die einzigen nicht sind, mit einander in näherem Connexe stehen, wie wahrscheinlich ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Ist es der Fall, so wäre zu vermuthen, daß die schmalen Fasern des N. sympathicus sich nicht sehr dazu eignen, Associationen zu vermitteln.

Von associirten Bewegungen im Bereiche des Darmkanals, der Harn- und Geschlechtswerkzeuge sind keine sicher bestätigenden Thatsachen vorhanden.

Es liegt mithin keine Thatsache vor, aus der hervorginge, daß durch die Ganglien oder den N. sympathicus überhaupt Associationen vermittelt würden, vielmehr scheinen dieselben sie nicht zu begünstigen.

Reflectirte Bewegungen. Wie die combinirten und associirten Bewegungen in den unwillkürlich bewegten Organen zwar vorkommen, aber mehr oder weniger undeutlich und weniger allgemein erscheinen, als in den willkürlich bewegten Organen, so verhält es sich gerade auch mit den reflectirten Bewegungen. Daß sie indeß vorkommen, kann nicht bestritten werden. Am deutlichsten erscheint dieselbe am Darme. Wenn man die Schleimhaut des Darmes bei Fröschen irritirt, so entstehen bei reizbaren Fröschen Bewegungen in den willkürlichen Muskeln, welche zuweilen, wenn auch selten, so stark sind, als wenn man die äußere Haut reizt. - Reizt man hingegen nur die Muskelhaut, so entstehen nie oder doch gewiß höchst selten andere Muskelbewegungen. Ich habe diese Beobachtungen selbst bei schwacher Anwendung des Rotationsapparates gemacht, obwohl es hier auch vorkommt, daß die Elektricität von der Muskelhaut auf die Schleimhaut überspringt, und deßhalb dennoch Bewegungen erfolgen. Volkmann hat gezeigt, daß solche Reflexbewegungen nicht mehr eintreten nach Zerstörung des Rückenmarkes und Pickford hat beobachtet, daß schon nach Wegnahme des verlängerten Markes allein keine Reflexbewegungen vom Darme aus erzeugt werden können. Ich habe an ungefähr sechs Fröschen den Versuch Pickford's wiederholt und ihn in der That bestätigt gefunden

und somit natürlich auch den von Volkmann. — Aus diesen Beobachtungen geht mit der größten Wahrscheinlichkeit hervor, daß auf demselben Wege, auf dem von der Haut aus Reflexbewegungen entstehen, nämlich durch Vermittelung des Rücken- und verlängerten Markes, auch jene nach Darmreizung sich bilden. —

Ebenso sicher, wie nach Darmreizung, entstehen in geeigneten Fällen nach Reizung der Leber, der Lungen, selbst der Hoden, und endlich auch des Herzens, namentlich aber seiner inneren Fläche Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln.

Bei allen diesen Versuchen zeigt sich jedoch die Verschiedenheit von den Versuchen an anderen mit cerebrospinalen Nerven versehenen Organen, daß erstere nicht so oft wiederholt werden können, es tritt viel eher Reactionsmangel ein. Es ist eine eigenthümliche Erscheinung, daß gerade Organe, welche getrennt vom Körper noch so lange ihre Reizbarkeit zu erhalten scheinen und sich spontan fortbewegen, in ihren Beziehungen zum Rückenmarke so rasch ihre Reizbarkeit verlieren, gleich als wäre das Band hier lockerer, als bei den von cerebrospinalen Nerven versorgten Organen. — Am Frühesten scheint in dieser Beziehung das Herz seine Reizbarkeit zu verlieren. So urtheile ich wenigstens nach Versuchen an Froschherzen. Nicht selten habe ich gesehen, daß nur nach der ersten Reizung des Herzens Bewegungen der Extremitäten eintreten, die aber schon kurze Zeit später gänzlich fehlten.

Es fragt sich nun zunächst, ob Reflexbewegungen in den unwillkürlichen Organen von Reizung anderer unwillkürlicher Organe entstehen können oder nicht. Zahlreiche Untersuchungen am Froschherzen haben mich gelehrt, daß, wenn man die Lungen, den Magen, die Gedärme auf ein Glasplättchen legt und diese Theile dem elektrischen Strome aussetzt, die Herzschläge niemals vermehrt werden, und dasselbe Resultat zeigt sich nach mechanischen Reizungen. Zuweilen jedoch sah ich eine Abnahme der Schläge. In der Regel war dies jedoch nur der Fall, wenn ich ohne untergelegtes Glasplättchen den elektrischen oder magnetischen Reiz anwendete. Dieser Unterschied tritt manchmal sehr stark in die Augen, und ich will daher in der folgenden Tabelle Bericht von einer an einem Frosche gegebenen Versuchsreihe geben:

Versuch.	Zahl der Herzschläge in ½ Minute unmittelbar vor dem Drehen.	Stelle, wo die Dräthe angebracht wurden.	Zahl der Herzschläge in ½ Minute während des Drehens.
1.	24	Dünndarm	20
2.	24	Dünndarm	20
3.	23	Magen	21
4.	22	Magen	18
5.	20—21	Dünndarm	16—17
6.	20—21	Haut am Unterkiefer und dem Oberschenkel	20—21
7.	20	Dünndarm	17—18
8.	20	Dünndarm	17—18
*9.	20	Lunge	20
*10.	20	Dünndarm	20
*11.	20	Innere und äußere Fläche der Harnblase	20

In den acht ersten Versuchen hatte ich die Dräthe auf die Organe gesetzt, ohne ein Glasplättchen unterzulegen, was ich in den drei letzten mit einem * bezeichneten that. Man sieht aus dem 6. Versuche, daß die Reizung der äußeren Haut ganz ohne Einwirkung auf den Herzschlag blieb. — Ich habe beinahe immer, wenn ich den Versuch, wie eben angegeben, anstellte, dasselbe Resultat erhalten; ohne gläserne Unterlage Verminderung des Herzschlages, mit derselben keine oder eine sehr unbeträchtliche. Auch wenn ich den Darm oder Magen frei in der Luft hielt und nicht andrückte, war keine Verminderung zu bemerken. In zwei Versuchen, wo gleichfalls dieser Unterschied so sehr auffallend war, nahm ich, nachdem ich gesehen hatte, daß ohne untergelegtes Glasplättchen Reizung des aufgedrückten Darmes Verminderung des Herzschlages veranlaßt hatte, das verlängerte Mark hinweg, und jetzt blieb die frühere Wirkung aus.

Obgleich ich mich bemühte, zu erfahren, von welchem Theile aus durch die Reizung jene Wirkung auf das Herz hervorgebracht wurde, bin ich doch nicht ganz zur Gewißheit gekommen. Am Meisten trat die Verminderung hervor, wenn ich die Dräthe auf die großen Gefäße an den Nieren ansetzte. — Ich will zwar eine Versuchsreihe bei einem Frosche anführen, welche sehr überzeugend scheint, aber ich muß dabei bemerken, daß bei anderen Versuchen das Resultat viel zweifelhafter blieb.

Versuch.	Zahl der Herzschläge unmittelbar vor dem Drehen, während 30 Sekunden.	Zahl derselben während des Elektrisirens d. großen Gefäße.
1.	28	15
2.	24	16
3.	23	19

Hierauf wurde das verlängerte Mark ohne Verletzung desselben bloßgelegt. Unmittelbar nachher war der Herzschlag auf 15 gesunken[1]), der sich aber bald wieder auf 21 hob. Dann nahm man das verlängerte Mark gänzlich hinweg. Der Herzschlag war auf 17 gesunken, auf welchem Stande er lange blieb. Während desselben wurden die großen Gefäße wieder elektrisirt, ohne daß sich die Zahl im Geringsten änderte.

In einem Versuche habe ich sogar vollständigen Herzstillstand nach der Elektrisirung der großen Gefäßstämme gesehen, der sogleich nach Beendigung des Drehens aufhörte.

Diese bis jetzt noch unbefriedigenden Versuche können vielleicht bei ihrer Ausführung neue Anhaltspunkte für die Nervenphysiologie oder Herzbewegung geben; während man bis jetzt noch nicht im Stande ist, irgend welche Schlüsse an die angegebenen Resultate zu knüpfen.

Einstweilen müssen wir noch die Thatsache festhalten, daß durch Reizung der von dem N. sympathicus versorgten Unterleibsorgane der Herzschlag in der Regel nicht verändert wird, und ebenso wenig wirkt die Reizung des Herzens auf die Bewegung des Darmes.

Auch der stärkste Hautreiz bleibt ohne Einfluß auf die Bewegung des Herzens. Hierüber habe ich viele Versuche angestellt. Indem ich z. B. einen Drath des Rotationsapparates an die Schwimmhaut des einen

---

[1]) Man darf ja nicht glauben, daß das Bloßlegen des verlängerten Markes allein jedesmal so stark einwirkt. Macht man die Operation mit möglichst großer Vorsicht, so wird man nicht selten sehen, daß Frösche, denen dazu das gesammte Rückenmark und Gehirn bloßgelegt sind, noch forthüpfen, wovon sich Viele überzeugten, welche meinen Versuchen beiwohnten.

Schenkels brachte und den anderen Drath an den hintersten Theil der Haut des Unterschenkels, streckte sich erst dieser allein. Ging ich nun mit dem zweiten Drath immer weiter nach vorn zu, so sprang auch die Elektricität leichter auf Nachbartheile über, so daß gewöhnlich vom vordersten Theile des Oberschenkels einer Seite aus nicht nur das gereizte Bein, sondern auch das andere tetanisch wurde, und die Bauchmuskeln sich zu strecken begannen. Der Herzschlag änderte sich jedoch nicht. Ich ging mit dem zweiten Drathe immer weiter nach vorn, der Tetanus nahm immer zu, aber wenn auch der eine Drath ganz nahe dem Herzen auf der Haut auflag, jenes wurde nicht davon afficirt. Als endlich der Drath die Haut des Unterkiefers berührte, war der ganze Frosch tetanisch, ohne daß der Herzschlag sich änderte. — Es ist dies Resultat um so auffallender, als der Herzschlag sehr oft schon durch das Durchschneiden der Schlüsselbeine, und noch mehr durch starke mechanische Erschütterung des Körpers langsamer wird. — Sehr instructiv ist es, an einem und demselben Frosche, dem das ganze verlängerte und Rückenmark bloßgelegt ist, hinter einander das verlängerte Mark, das gesammte Rückenmark von der Stelle vor dem Abgange der vorderen Extremitätennerven bis zum Conus, endlich die ganze Körperhaut in den Strom zu bringen. Bei allen drei Versuchen wurden alle willkürlichen Muskeln tetanisch, aber das Herz wird nur afficirt, wenn das verlängerte Mark elektrisirt wird, in den beiden anderen Fällen schlägt es fort wie vorher. So oft man an demselben Frosche, so lange er noch überhaupt anwendbar ist, die Versuche wiederholt, das Resultat ist immer gleich. Und so sicher ist der Versuch, wie nur immerhin ein physikalischer seinem Erfolge nach sein kann.

Da es Mittel giebt, welche die Reflexthätigkeit sehr zu steigern im Stande sind, wozu vor Allem das Strychnin gehört, so war es von Wichtigkeit, auch die Einwirkung dieses Mittels auf die Herzbewegung sorgfältig zu prüfen. Während des heftigsten Tetanus und Opisthotonus, die nach Strychninvergiftung eintraten, sah ich niemals eine Veränderung in der Häufigkeit des Herzschlages, er war weder vermehrt, noch vermindert, so lange die Respiration noch ungestört blieb. Es war hiebei gleichgültig, ob der Krampf spontan entstand, oder durch Erschütterung hervorgebracht wurde. — Nichts desto weniger werden wir unten hören, daß das Strychnin gewissen Einfluß auf die Herzbewegung hat, nur nicht als ein Mittel, welches auf die Reflexaction wirkt.

Während nun nach den angegebenen Versuchen eine reflectirte Bewegung in den unwillkürlich bewegten Organen sehr schwer oder vielleicht gar nicht durch Reizung der Gefühlsnerven sowohl im Gebiete des Rückenmarkes als des N. sympathicus sich ausbildet, so scheinen vom Gehirne aus Reflexbewegungen leicht entstehen zu können. An erster Stelle steht die Reflexbewegung der Iris nach Irritation des N. opticus. Aus den Versuchen von Herbert Mayo an Tauben ergieht sich, daß durch Kneipen des centralen Endes des durchgeschnittenen N. opticus Verengerung der Pupille entsteht; dieselbe Wirkung, welche der Einfluß des Lichtes auf die Retina hat. —

Auf einem ähnlichen reflectorischen Prozesse beruhen vielleicht die Bewegungen des Herzens und der Gedärme nach Empfindungseindrücken, obwohl diese Bewegungen auch noch andere Erklärungen zulassen. — Wenn es sich aber so verhält, so ist es bemerkenswerth, daß die unfreiwilligen Empfindungen und die gewissermaßen aufgedrungenen Vorstellungen auf

die unwillkürlich bewegten Organe wirken, während der Wille und die freiwillig festgehaltenen Empfindungen dies nicht thun.

Es ist bewiesen worden, daß das Princip des centralen Nervensystems, welches die Reflexbewegungen beherrscht, in seinem Verhältnisse zu den unwillkürlich bewegten Organen weniger frei sich zu äußern vermag, und daß besondere Irritamente nöthig sind, um in ihnen Reflexbewegungen hervorzurufen. Nichts desto weniger besteht doch zwischen Rückenmark und den unwillkürlich bewegten Organen und resp. deren Nerven ein Verhältniß des Reflexes, die Möglichkeit ist also vorhanden, der Ausführung müssen Hindernisse entgegenstehen. Diese Hindernisse können nicht in den Muskeln gelegen sein, weil das mit quergestreiften Muskelfasern versehene Herz dieselben ebenso und noch mehr erfährt, wie die anderen mit Cylinderfasern versehenen Organe. Es bleibt kaum eine andere Annahme übrig, als sie in den Nerven zu suchen, und hier wird man zunächst entweder an die schmalen Fasern oder an die Ganglien denken. Denn es wäre sonst zu auffallend, daß überall beide Erscheinungen neben einander liegen. Es ist nicht glaublich, daß das verlängerte Mark, mit welchem die Nerven der unwillkürlich bewegten Organe in näherem Connex stehen, die Reflexthätigkeit gerade für diese Organe beeinträchtigt, während sie dasselbe für andere Organe und Actionen so sehr befördert. Hingegen lasse ich es ganz unentschieden, ob dieser Aufenthalt der reflectirten Bewegungen mehr den Ganglien oder mehr den Nervenfasern selbst zuzuschreiben ist.

In Zusammenhang mit dieser Erscheinung kann man auch bringen, daß das Rücken- und verlängerte Mark, insofern sie combinirte und associirte Bewegungen veranlassen, nur geringen Einfluß auf die unwillkürlich bewegten Organe zeigen.

Aus allen den bisher gegebenen Beobachtungen und Reflexionen scheint mithin hervorzugehen, daß die sympathischen schmalen Fasern (mit ihren Ganglienkugeln?) eine unter Mitwirkung des Rücken- und verlängerten Markes in ihnen entstandene, von cerebrospinalen Nerven reflectirte Thätigkeit nicht leicht aufnehmen, oder wenn man das Wort lieber will: nicht leicht centrifugal weiter leiten; daß sie hingegen afficirbar sind und Eindrücke nach den genannten Centraltheilen des Nervensystems zu leiten vermögen. Den letzten Theil dieses Satzes könnte man jedoch noch anders fassen. Es wäre nämlich denkbar, daß die mit den schmalen sympathischen Fasern verbundenen breiten lediglich die centripetale Leitung verrichteten, und dann könnte man die schmalen Fasern alle unfähig halten, Eindrücke aufzunehmen, welche vom Rücken- und verlängerten Marke vermittelt werden. — Ein Bedenken jedoch hindert mich, diese Theorie eher anzunehmen, bis noch mehr Beweise vorliegen. Ich finde nämlich in dem R. cardiacus N. vagi vom Frosche nur schmale Fasern.

Bisher habe ich die Reflexbewegung in dem Sinne genommen, wie sie ursprünglich allein angesehen worden ist, nämlich für eine durch (Gehirn oder) Rückenmark vermittelte Bewegung nach Reizung von Gefühls- oder Empfindungsnerven. Sobald man aber auch die Ganglien als Centralorgane betrachtet, so ändert sich der Standpunkt, und es läßt sich dann auch vermuthen, daß durch diese gleichfalls ein Reflex erzeugt werden könne. Eine sehr interessante Beobachtung von Volkmann scheint den Beweis zu liefern, daß sogar von cerebrospinalen Nerven nach vollständiger Zerstörung des Rückenmarkes eine Reflexbewegung in Organen, welche vom N. sympathicus versorgt werden, zu Stande kommen könne.

Nachdem nämlich Volkmann nach dieser Zerstörung sich überzeugt hatte, daß keine Spur von Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln übrig geblieben war, legte er bei einem Frosche das Herz frei, und beobachtete während eines Zeitraumes von 101 Minuten zu 14 verschiedenen Malen. Fünf Minuten nach Zerstörung der Centralorgane pulsirte es 72 Mal, 30 Minuten nach derselben 48 Mal, hierauf schwankte die Zahl der Pulse zwischen 45 und 51 Schlägen, und war in der 101. Minute nach Tödtung des Thieres 50. Um diese Zeit zermalmte er mit einem Hammerschlag den einen Hinterfuß, und zählte in der 104. Minute 70 Schläge. In 10 anderen Versuchen fand er noch einen zweiten Fall, wie den vorigen, jedoch mit geringerer Modification des Pulses. —

Diese merkwürdige Beobachtung kann man freilich sich so erklären, als ob durch die Vermittlung der Ganglien der Reiz sich auf das Herz reflectirt habe. Auf der anderen Seite jedoch treten mancherlei Einwürfe dieser Deutung entgegen. Ich will nicht sagen, daß die spontane Zunahme der Herzschläge, welche bereits abgenommen hatten, mit Wahrscheinlichkeit auf den Zusammenhang zwischen Reiz und Bewegung nicht schließen ließe. Denn eine so beträchtliche Zunahme von 20 Schlägen in der Minute kommt bei Froschherzen nicht wol ohne besonderen Reiz vor. Bei den vielen Fröschen, bei denen ich Gelegenheit hatte, darauf zu achten, habe ich niemals eine so bedeutende spontane Vermehrung gesehen. Etwas anderes ist es bei Säugethieren. Ich will z. B. eine Beobachtung an einem Kaninchen anführen, welches durch einen Schlag auf den Kopf getödtet wurde. Nachdem die Athembewegungen vollkommen aufgehört hatten, schlug das Herz in der 1. Minute 58 Mal, in der 7. Minute 47 Mal, nach 13 Minuten schlugen die linke Herz- und linke Vorkammer gar nicht mehr, die rechte Herzkammer wenig, hingegen die rechte Vorkammer einige und 30 Mal, nach 18 Minuten dieselbe Vorkammer 37, und 1 Minute später 73 Mal, dann kam ein rasches Sinken auf 17 und bald völliger Stillstand. Während der ganzen Beobachtung wurde das Thier, dessen Brusthöhle weit offen war, nicht berührt, und keinerlei sichtliche Einwirkung hatte Statt. —

Wenden wir uns wieder zu dem Versuche Volkmann's, so kann uns nicht entgehen, wie hier das Motiv zur Erzeugung der supponirten Reflexbewegung ein sehr stark erschütternder Reiz war. Man weiß aber, daß gerade heftige Reize nicht die passendsten sind, um eine Reflexbewegung zu bedingen. Hingegen kann man, wovon ich schon oben gesprochen habe, sich sehr leicht von der eigenthümlichen Wirkung überzeugen, den eine mechanische Erschütterung auf die Herzbewegung hervorbringt. Ich habe schon erwähnt, daß sehr oft die bloße Durchschneidung der Schlüsselbeine, daß immer das Hinwerfen des Frosches auf die Erde Verminderung und Stillstand der Herzschläge zur Folge hat. Es ist nicht glaublich, daß in diesen Fällen eine Reflexion obwalte. Wenn aber durch irgend eine Reizung das Herz zum Stillstande gebracht werden kann, so ist es sehr wahrscheinlich, daß unter gewissen Modificationen derselbe Reiz Vermehrung veranlaßt. — Sei dem übrigens, wie ihm wolle, auffallend muß es immer erscheinen, daß elektrische, wie mechanische Reize verschiedenen Grades auf die Haut oder die Nervenstämme angebracht die Herzbewegung nicht berühren. Ich habe z. B. den N. ischiadicus am Froschschenkel dem elektrischen Strome ausgesetzt, habe wohl mehr als in 60 Fällen fast immer in Anwesenheit von Sachkennern die Haut elektrisirt, und genau vor dem Drehen

und während desselben die Herzschläge gezählt, aber keine nennenswerthe Veränderung bemerkt. — Dies sind Gründe, welche den Volkmann'schen Versuch kaum als beweisend für das Reflexvermögen im Gebiete des N. sympathicus anzusehen erlauben.

Noch eine Art des Reflexes in den vom N. sympathicus versorgten Organen bleibt uns zu erörtern übrig, ich meine die, welche im Organe selbst nach Reizung seiner mit vorwaltendem Gefühle begabten Flächen erscheinen können. Es stellen sich hiebei die zwei Fragen, ob nämlich erstens überhaupt durch sichere Versuche Reflexbewegungen in diesem Gebiete nachgewiesen werden können, und dann zweitens, wovon dieselben, wenn sie vorhanden sind, abhängen, vom Rückenmarke oder den Ganglien. — Die Untersuchung bietet vornämlich eine doppelte Schwierigkeit dar. Die fühlende und bewegende Fläche sind einmal viel enger mit einander verbunden und liegen viel näher zusammen, als dies zwischen äußerer Haut und willkürlichen Muskeln ganz vorzüglich bei Fröschen der Fall ist. Aber dann auch ist das Mittel, welches so leicht zum Beweise anzuwenden ist, daß das Rückenmark die Reflexbewegung in willkürlichen Muskeln vermittelt, nämlich die Exstirpation dieses Nervenorgans, nicht tauglich, um denselben Beweis für die Ganglien zu führen. Denn immer bleibt der Einwurf übrig, ob nicht die mikroskopischen mit den Nervenfasern des N. sympathicus nicht selten verbundenen Ganglien die supponirte Function wahren.

Bei Reizungen mit mechanischen und chemischen Mitteln, auf die äußere Darmoberfläche eines vor Kurzem getödteten Säugethieres angewendet, beschränken sich die dadurch hervorgerufenen stärkeren Bewegungen eines bisher ruhigen Darmstückes nicht streng auf die gereizte Stelle, sondern die Nachbartheile gerathen auch in lebhafte Bewegung. Henle sah, daß durch leises Streichen mit einer Feder am Darmkanal eine verbreitete Bewegung entstand. Ich glaubte zu beobachten, daß Reizung der Schleimhautfläche stärkere Bewegung des Darmes veranlasse, als Reizung der äußeren Oberfläche, und schloß deßhalb früherhin auf die eine Reflexbewegung, welche in den Nerven oder Ganglien des Darmes selbst zu Stande komme. — Wenn ich aber die Schwierigkeiten bedenke, welche sich der Beurtheilung entgegenstellen, so kann ich nicht unbedingt meine frühere Meinung festhalten. Will man einen reinen Versuch an der Schleimhautfläche des Darmes machen, so muß man natürlich diesen aufschneiden, den Inhalt abwischen. Beides ist mit einer nicht geringen Reizung verbunden, und es entstehen gewöhnlich bei frisch getödteten Thieren sehr heftige Reactionen, welche aber ebenso gut von der Muskel- als der Schleimhaut ausgehen können. Wollte man jetzt die Schleimhaut reizen, so wäre kein reines Resultat möglich. Man muß abwarten, bis Ruhe eingetreten ist, das dauert oft lange. Indessen kann der Nervenapparat, welcher die Reflexion bewirkt, erschöpft sein, oder wenn er es nicht ist, wenn eine Bewegung erfolgt, wie leicht kann es geschehen, daß die Reizung die Muskelhaut mittrifft. — Wird die letztere gereizt, ohne daß man den Darm öffnet, so bewirkt eine stärkere Reizung, z. B. Kneipen mit einer Pincette, eine ringförmige, mehr oder weniger langsam entstehende Einschnürung, welche als solche nur an der Stelle des Reizes vorhanden ist, in der nächsten Nachbarschaft hingegen leichtere Contractionen und eine etwas runzlige, leicht trocknende Fläche zeigt; eine geringere, oft sehr geringe Reizung hingegen eine fortschreitende peristaltische Bewegung. — Ich will nicht untersuchen, was die Ur[illegible]che dieser verschiedenen Erscheinungen

sei, soviel jedoch glaube ich, daß die letzterwähnten mit nicht größerem Recht als Reflexbewegungen denn als Bewegungen betrachtet werden können, welche durch den mechanischen Reiz des fortgetriebenen Inhalts entstehen. — Ich habe neuerdings Versuche an Fröschen angestellt, welche mir es sogar wahrscheinlicher machen, daß im Darmkanale selbst keine Reflexbewegung vorkomme. Es ist eine bekannte Sache, daß bei Fröschen der Darm sich gewöhnlich nur sehr mäßig, oft gar nicht bewegt. Man kann gerade bei diesen Thieren eher, als bei Säugethieren, für manche Versuche einen Erfolg erwarten. Brachte ich die Dräthe eines schwach wirkenden Rotationsapparates an die Oberfläche des Mastdarmes, so entstand an der Stelle, welche die Dräthe ohne allen Druck berührt hatten, eine beschränkte Einschnürung. Machte ich hingegen an denselben Stellen zwei kleine Einschnitte, wartete dann ab, bis der Darm wieder ruhig geworden war, und brachte die Dräthe mit der Innenfläche des Darmes in Berührung, so blieb jede Wirkung aus. Auch am Dünndarm und dem Magen sah ich ähnliche Resultate. — An dem ausgeschnittenen Darme eines eben getödteten Kaninchens schnitt ich einen Theil des Dünndarmes auf, wartete die Ruhe ab, und strich mit einer Stecknadel bald an der inneren, bald an der äußeren Oberfläche leicht her. Ich sah wiederholt der letzten Reizung Bewegung folgen, während nach der ersten die Wirkung ausblieb.

Ich bin weit entfernt, die Resultate dieser Versuche vorläufig für stringente Beweise des Mangels an Reflexbewegung, welcher innerhalb des Darmes selbst entsteht, zu halten, aber soviel — glaube ich, darf man daraus schließen, daß das Dasein einer solchen Reflexbewegung zwischen Gefühls- und Bewegungsnerven des Darmes nicht constatirt ist, ja daß man wenigstens mehr Grund hat, sie zu bezweifeln, als zu vindiciren.

Volkmann hat früherhin (Müller's Archiv 1838) Versuche bekannt gemacht, aus denen hervorging, daß bei Fröschen ausgedehnte Darmbewegungen nicht mehr nach Reizungen eintreten, wenn das Rückenmark zerstört ist. — Aber gerade darin möchte es schwer sein, Frösche zu Experimenten zu gebrauchen, eben weil ihre Darmbewegung so sehr träge ist und so leicht träge wird. Ich will nicht dagegen anführen, daß ich schon mehrmals nach zerstörtem Rückenmarke den Froschdarm spontan in eine ungewöhnliche Bewegung übergehen sah. Wohl aber muß man beachten, daß am ausgeschnittenen Kaninchendarm eine Reizung eines Darmtheiles ausgedehnte Bewegungen sehr gut veranlassen kann. Man kann indeß daraus nicht vermuthen, daß Reflexbewegungen am Darme auch ohne Mitwirkung der Centraltheile zu Stande kommen, weil man nicht bewiesen hat, daß dies wirklich Reflexbewegungen sind.

In derselben Ungewißheit bin ich hinsichtlich der Frage geblieben, ob die Herzbewegung eine reflectorische ist oder überhaupt sein kann; nicht etwa, weil ich nicht genug Versuche angestellt hätte, sondern weil ich mich gerade durch eine sehr große Anzahl derselben nicht davon überzeugen konnte, daß das, was man dafür ansah, Reflexbewegungen seien.

Von der Verbreitung des Gefühls im Froschherzen kann man sich leicht durch Durchschneidung desselben an verschiedenen Stellen überzeugen. Die Ventrikelspitze ist der unempfindlichste Theil, je näher man den Atrien kommt, desto deutlichere Reactionen treten ein; die Vorhöfe sind die empfindlichsten Theile.

Die innere Fläche des Herzens scheint empfindlicher zu sein, als die

äußere. Denn nicht nur sieht man viel häufiger Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln entstehen, wenn man die innere Herzfläche mechanisch mit einer eingesteckten Nadel reizt, als wenn man die äußere reizt, sondern das bekannte von Henry, Müller, Valentin u. A. angestellte Experiment, daß, wenn man auf die Innenfläche des ausgeschnittenen Herzens Opiumtinctur bringt, ein Stillstand erfolgt, welcher nicht eintritt, wenn dasselbe Mittel außen angebracht wird, spricht deutlich dafür.

Man sollte nun freilich erwarten, existirte wirklich eine Reflexion zwischen den fühlenden und bewegenden Parthien des Herzens, so müßte eine Veränderung des Herzschlages eintreten, wenn man ausschließlich seine innere Fläche reizt. Ich habe hingegen gefunden, daß die Zahl der Pulsationen dieselbe blieb, wenn ich mit einer Nadel Vor- und Herzkammer irritirte, selbst dann noch, wenn die Nadel mit einer Säure benetzt war. Ich verkenne keineswegs, daß man daraus noch nicht auf den Mangel von Reflexbewegung schließen darf. Denn man könnte ja so urtheilen, daß die Reflexthätigkeit sich nicht äußerte, obgleich sie vorhanden wäre. Man könnte als Analogie anführen, wie die Kraft des Willens die Reflexion der bewegten willkürlichen Muskeln in Schranken halten kann, so könnte auch die natürliche Veranlassung zur Herzbewegung die Reflexthätigkeit beschränken. — Aber jedenfalls reden die Versuche mehr dem Mangel, als dem Vorhandensein von Reflexaction das Wort.

Im Experiment von Henry und Müller kann die stillstehende Herzkammer auch nicht mehr durch mechanische Reize, die man auf dem ganzen Ventrikel anwendet, bewegt werden, ein Beweis, daß nicht etwa die supponirte Reflexion allein erloschen ist, sondern die Reizbarkeit überhaupt.

Man weiß durch Müller u. A., daß das stillstehende Herz wieder zu schlagen beginnt, wenn man es, einerlei an welcher Stelle, reizt. Volkmann fand, daß das langsam pulsirende Herz, wenn es durch einen Nadelstich gereizt wird, auch dann sich zu einem normalen Schlage contrahirt, wenn den Zeitverhältnissen nach eine Pause erwartet werden dürfte; daß aber vor dem völligen Erlöschen der Reizbarkeit eine Periode eintritt, wo dem Reize nur locale Bewegung an der gereizten Stelle oder höchstens ihrer Nachbarschaft eintritt. — Es ist allerdings möglich, daß diese Erscheinungen auf Reflexaction beruhen, aber, wenn man an dem frisch abgeschnittenen Froschschenkel dem lokalen Muskelreiz Zuckung des ganzen Muskels, später aber nur partielle Zuckung folgen sieht, so wird man wenigstens zugeben müssen, daß jene Erscheinung nicht nothwendig in die Classe der Reflexbewegungen gesetzt werden muß, — auch wenn zu Erklärung derselben das Material bis jetzt noch fehlt.

Die bis jetzt geführten Untersuchungen haben uns zu den Ergebnissen geführt: 1) Daß zwischen Gefühlsnerven von Organen, welche der N. sympathicus versorgt, und cerebrospinalen motorischen Nerven durch das Rückenmark ein Reflex bestehe. 2) Daß zwischen den sensiblen cerebrospinalen Nerven und den sympathischen motorischen Nerven eine Reflexaction nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden kann. 3) Daß zwischen den sympathischen Nerven in demselben Organe oder in anderen unwillkürlich bewegten Organen ebenso wenig sicher von einem Reflexe gesprochen werden kann.

4) Daß wahrscheinlich zwischen sensuellen und sympathischen Nerven Reflex besteht. —

Noch eine Beziehung jedoch ist zu betrachten übrig, die schwierigste von allen, ob nämlich der Stillstand des Herzens durch den elektrischen Reiz des verlängerten Markes, sowie die Vermehrung des Herzschlages, welche zuweilen nach Reizung des verlängerten Markes gesehen worden ist, durch Reflexthätigkeit gedeutet werden könne. Ich spreche hier nicht mehr von einer Reflexthätigkeit, welche durch das Rücken- und verlängerte Mark zu Stande gebracht wird; denn dieser Gegenstand ist schon oben erledigt worden. Supponiren wir hingegen, daß die peripherischen receptiven Fasern, welche mit den Ganglien des Herzens communiciren, im verlängerten Marke liegen, und daß dieses gewissermaßen wie ein äußerer Impuls auf jene Fasern einwirkte und ihnen eine unentbehrliche Anregung gewährte, so hat diese Vermuthung allerdings nicht wenig Ansprechendes. Es ließe sich damit z. B. eine Erscheinung analog anderen Reflexerscheinungen deuten, welche sonst manches Mißliche hat. Oben wurde nämlich erwähnt, daß Reizung des Herzens selbst durch Elektricität die Bewegung beschleunige. Wenn man nun bedenkt, daß Reflexbewegungen in willkürlichen Muskeln leichter entstehen und stärker sind, wenn man die Haut, als wenn man die Nervenstämme reizt, so könnte man auch in unserem Falle annehmen, daß Reizung im verlängerten Marke selbst, d. h. in der supponirten peripherischen Ausbreitung der Herznervenfasern, eine so starke Wirkung erzeugt, daß momentane Lähmung eintritt, während in der Nähe des supponirten Centrums (Ganglien des Herzens) der schwächere Erfolg, Vermehrung der Pulsationen sich zeige. — Es ließe sich ferner mit dieser Annahme in Uebereinstimmung bringen, daß sich von den Organen, welche von dem N. sympathicus versorgt werden, zwar Reflexbewegungen in den willkürlichen (mit cerebrospinalen Nerven versehenen) Muskeln erregen lassen, nicht aber umgekehrt von Reizung cerebrospinaler Gefühlsnerven der Herzschlag und die Darmbewegung vermehrt werde. Man braucht nämlich nur anzunehmen, daß in dem R. cardiacus (um beim Froschherzen zu bleiben) einmal peripherische centripetale Fasern des N. sympathicus, welche zu den Herzganglien hingehen, und dann die gewöhnlichen sensiblen Fasern enthalten sind, welche, wie alle Gefühlsnerven, in der Peripherie (des Herzens) beginnen und in das Rückenmark, resp. verlängerte Mark und Gehirn eingehen. — Man müßte aber, was freilich nicht sehr wahrscheinlich ist, die motorischen cerebrospinalen Fasern in dem R. cardiacus ganz in Abrede stellen. Endlich ließe sich aus derselben Theorie begreifen, weßhalb Reizung der Darmschleimhaut auf Darmbewegung nicht wirkt. Denn man muß dann vermuthen, daß die Ganglien hauptsächlich im Mesenterium liegen, daß sich die aus dem Rückenmarke kommenden peripherischen Fasern hier endigen, und daß in der Schleimhaut nur gewöhnliche sensible cerebrospinale und motorische sympathische Fasern liegen.

Dieser Theorie, welche ursprünglich von Volkmann herrührt, fehlt freilich noch viel an ihrem Beweise. Aber Niemand wird läugnen, daß sie sehr anspricht. Vorläufig kann sie weder sicher nachgewiesen, noch auch bestritten werden. Sie steht und fällt mit der Erfahrung, ob aus den Ganglienkugeln zwei neue Fasern entspringen, oder ob dieselbe Faser nur durch ein Ganglion durchgeht. Wird sie festgestellt, so wird mit ihr zwar die Deutung der Thatsachen, welche ich früher (1841) bekannt gemacht habe, eine andere sein müssen, aber diese Thatsachen selbst sind durchaus

mit ihr zu vereinigen, und bieten weitere neue Gesichtspunkte dar. Es wird dann der Streit, ob der N. sympathicus selbstständig oder abhängig sei, insofern vollkommen ausgeglichen sein, als er sowol das Eine als das Andere ist.

Reizbewegung. Man versteht darunter diejenige Bewegung, welche von den peripherischen Nerven zunächst abhängt, und nach Zerstörung der Centraltheile noch nicht aufgehoben ist. Man kann sie zum Theil an abgeschnittenen Körpertheilen studiren. Obwohl die peripherischen Nerven eine ihnen eigene, selbstständige Kraft entwickeln, so sind sie dennoch auch wieder von den Centraltheilen abhängig, indem bekanntlich Reizung von Nervenstämmen, welche kurz vorher durchschnitten worden sind, starke Muskelcontraction veranlaßt, welche aber später immer geringer wird, bis endlich der stärksten Nervenreizung keine Reaction mehr nachfolgt. Gleichviel ob man annehmen will, daß die Nervenfasern vom Centrum aus mit einer gewissen Kraft geladen werden, oder daß sie ohne ihr centrales Ende nicht für die Dauer bestehen können, oder daß zu ihrer anhaltenden Kraftäußerung die Erregung durch den Willen eine wesentliche Forderung ist, — soviel ist gewiß, so sicher die peripherischen Nerven eine ihnen eigenthümliche Kraft besitzen, so sicher bedürfen sie zur Erhaltung derselben des Zusammenhanges mit den Centraltheilen.

Die letzte Ursache der Bewegung des Herzens können wir in den Nerven des Herzens suchen, welche, wenn sie beständig gereizt sind, beständig Muskelcontraction veranlassen; sie kann aber auch in einem den Ganglien zukommenden Bewegungsprincipe liegen, wie das Primum movens der Athembewegungen in der Medulla oblongata liegt. Die Medulla oblongata verhält sich im ersten Falle zu den Herznerven, wie sich das Rückenmark z. B. zu den Extremitätennerven verhält. Sie verlieren nämlich allmählig von der Zeit der Trennung von der Medulla ihre Reizbarkeit. Im zweiten Falle verhält sich das verlängerte Mark zu den Bewegungsnerven des Herzens etwa wie die Schenkelhaut zu den Schenkelmuskeln. Im ersten Falle kann man es ein Centralorgan nennen für die Herznerven, im zweiten nicht. In keinem Falle aber ist es ein Centralorgan in derselben Ausdehnung, wie für die cerebrospinalen Nerven es Rückenmark und Gehirn sind. Denn für letzteren liegen in diesen Nervenorganen die Principe der Combination, Association und Reflexion, welche aber, wie oben erörtert worden ist, in den unwillkürlich bewegten Organen nicht davon abhängen, zum Theil sich gar nicht nachweisen lassen. Von einer Centralität überhaupt läßt sich gar nicht sprechen, da es wohl denkbar und theilweise festgestellt ist, daß die Principe, welche die Bewegungen beherrschen, nicht an einem Orte zu liegen brauchen.

Eine Untersuchung über das Verhalten des ausgeschnittenen Herzens und eine Vergleichung desselben mit dem abgeschnittenen Beine wird uns die ersten Anhaltspunkte für die weiteren Forschungen geben.

Aus Beobachtungen, welche ich im Winter bei einer Stubenwärme von 12 bis 14° C. gemacht habe, ergab sich, daß von 32 ausgeschnittenen Froschherzen 10 noch 8 Stunden und 6 noch 12 Stunden schlugen; 7 schlugen nur $1\frac{1}{2}$ bis 2, 5 nur 5 Stunden, 2 weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde, eines 13 und eines sogar 23 Stunden. — Mithin schlägt bei dieser Temperatur das Froschherz meistens nicht unter 5, und nicht über 12 Stunden.

Ist das Herz und sind besonders die Vorhöfe verletzt worden, so erfolgt der Stillstand früher.

Bei 11 Fröschen hatte ich gleich nach der Tödtung derselben das Herz und je ein Hinterbein desselben Thieres abgeschnitten, beide Theile von allen 11 Thieren auf ein Bret neben einander gelegt, um sie hinsichtlich ihrer Reizbarkeit zu vergleichen. Bei allen zeigte sich ein Resultat, welches ich nicht erwartet hatte. Die Reizbarkeit des ausgeschnittenen Herzens war nie länger vorhanden, als die des abgeschnittenen Beines. Nicht nur sah ich, daß, wenn das Herz nicht mehr von selbst zu schlagen fortfuhr, nach Reizung des Schenkelnerven noch deutliche Zuckungen entstanden, sondern daß sogar häufig letztere noch hervortraten, wenn Reizung des stillstehenden Herzens keine Wirkung mehr veranlaßte.

Die peripherischen Nerven des Herzens behalten also ihre Reizbarkeit nicht länger, als die peripherischen Nerven im Schenkel.

Ein ausgeschnittenes Herz hört zuweilen nach dem Ausschneiden zu schlagen auf, und fängt später von selbst wieder an. Selbst an der Herzkammer, welche von den Atrien getrennt war, sah ich dieselbe Erscheinung. — Nach den Beobachtungen von Valentin und E. Weber kann ein Muskel eines vom übrigen Körper getrennten Gliedes reizlos werden gegen Impulse, und später sowol des Einflusses des Blutes, als der Centralnerventheile beraubt, die Reizbarkeit wieder erhalten.

Die erhöhte Temperatur bewirkt stets Vermehrung der Schläge des ausgeschnittenen Herzens, wie die folgende Tabelle zeigt.

Versuch.	Zahl der Schläge des ausgeschnittenen Herzens bei der gewöhnlichen Stubentemperatur in 15 Sekunden.	Temperatur des Wassers, in welches das Herz gelegt wurde.	Zahl der Herzschläge während der 15 Sekunden dauernden Einwirkung.	Bemerkungen.
A.	17	45° C.	unzählbar.	Nach 15 Sekunden Stillstand. Außerhalb des warmen Wassers vibrirte das Herz noch ein paar Minuten.
B.	12	45° C.	30	
C.	3	45° C.	20	Dies Herz hatte, ehe es in's warme Wasser gethan wurde, einige Zeit auf dem Tische gelegen, weßhalb seine Frequenz so abgenommen hatte.

Nachdem die erwärmten Froschherzen aus dem Wasser genommen sind, hört rasch die Reizbarkeit auf, und kehrt nicht mehr zurück.

Ganz auf dieselbe Weise verhält sich das frisch abgeschnittene Froschbein gegen Wärme. Obgleich es hier an dem Mittel fehlt, einen so schlagenden Beweis zu führen, so lehrt doch der Augenschein den Unter-

schied. Die Zuckungen treten viel allgemeiner in den Muskeln ein, die Reizbarkeit vermehrt sich, aber schwindet rasch nachher.

Es geht somit auch aus diesen Beobachtungen hervor, daß die peripherischen Bewegungsnerven sich gegen den Reiz der Wärme wesentlich ebenso verhalten, als die peripherischen motorischen Nerven in willkürlichen Muskeln.

Wenn nun die unwillkürlich bewegten und vom N. sympathicus versorgten Organe zum Theil nach dem Tode sich selbstständig fortbewegen, so beruht das nicht darauf, daß deren Reizbarkeit länger, als die der willkürlich bewegten und von cerebrospinalen Nerven versorgten Organe fortbesteht, was in der That nicht der Fall ist, sondern es sind nur die Motive der Bewegung, welche in dem einen Falle noch vorhanden sind, in dem anderen fehlen.

Aber welches sind die Motive, so kann man fragen, zu jenen selbstständigen Bewegungen? und namentlich der Bewegung des Herzens?

Eine früher von mir (Unters. d. Nervens. Heft I.) aufgestellte Hypothese, daß ursprünglich auch die willkürlichen Muskeln in beständiger Bewegung seien, und diese Bewegung durch die hemmende Kraft, die vom kleinen Gehirne ausginge, aufgegeben würde, daß aber die Bewegung des Herzens eine beständige sei, weil die Nervenfasern des Herzens das kleine Gehirn nicht mehr erreichten, läßt sich wenigstens in der Form, wie ich sie früher gab, nicht durchführen, weil die dazu nöthigen Erfahrungen weder alle gesammelt, noch gesichtet sind.

Seitdem ist eine andere Theorie ganz besonders durch Volkmann's Untersuchungen gangbar geworden, daß nämlich das Motiv der beständigen Herzbewegung in den Ganglien des Herzens zu suchen sei. In diesem supponirten Falle können wir eine Vergleichung zwischen Herzschlag und Athembewegung, zwischen Ganglien und Medulla oblongata, zwischen den von dem verlängerten Marke centripetal zu den Ganglien laufenden peripherischen Nervenfasern und den von der Lunge (und der Haut) centripetal nach der Medulla laufenden peripherischen Fasern anstellen.

Nach Kölliker's Beobachtungen schließt das (ausgeschnittene) Herz des Frosches, gerade wie der Darm eben getödteter Thiere, der im Mesenterium die Quelle seiner selbstständigen Bewegung enthält, und von demselben getrennt sogleich still steht, ebenfalls an einer ganz bestimmten Stelle die Organe, die seine Bewegung bedingen, in sich, nämlich da, wo Kammer und Vorkammer an einander stoßen; denn wenn man ein Herz in kleine Stücke schneidet, so pulsiren nur die von der genannten Stelle hergenommenen fort, die anderen nicht. Hienach wäre also, wenn ich im Sinne der eben vorgetragenen Theorie weiter fortfahre, ganz ähnlich wie in der Medulla oblongata auch der Centraltheil für die Herzbewegung eine compacte, beschränkte Stelle nervöser Theile. — Indeß findet man beinahe ohne Ausnahme, daß, wenn man den Vorhof des Froschherzens quer in zwei Theile schneidet, der vordere nicht mit jener Stelle zusammenhängende noch ebenso gut und gewöhnlich noch länger, als der hintere, fortschlägt; und ebenso hört der Säugethierdarm nicht auf, sich selbstständig zu bewegen, wenn man ihn vom Mesenterium getrennt hat. Wenn man somit auch hierin keine Analogie durchführen kann, so beeinträchtigt dies doch jene Theorie nicht. Denn streng genommen giebt es im verlängerten Marke doch nicht eine so eng begrenzte Stelle. Es ist genugsam bekannt, daß bei Enthauptungen von Thieren der Kopf ebensowohl athmet, als der

davon getrennte Rumpf, und daß also das combinirende Princip nicht auf einen allzu kleinen Punkt beschränkt ist. Jedoch ist hier die Nervenmasse nicht durch andere Organtheile unterbrochen.

Hingegen läßt sich nicht läugnen, daß andere Analogien sich noch ergeben. Schneidet man die N. vagi durch, so wird das Athmen immer unregelmäßig, aber es dauert noch eine Zeit lang fort, und bei Fröschen hebt man dies sogar nicht sogleich auf, wenn man die Lungen und die ganze Haut nicht vernichtet. Aehnlich würde man unserer Theorie folgend sagen müssen, nimmt man die Medulla oblongata weg, so wird der Herzschlag bald unregelmäßig, hört aber nicht sogleich auf.

Auf der anderen Seite darf man sich jedoch auch die Gründe nicht verschweigen, welche gegen diese Theorie sich vorbringen lassen. Abgesehen davon, daß es immerhin etwas Unbefriedigendes für unsere Vorstellungen hat, ein Centralorgan nicht in einer zusammenhängenden Reihe von Nerventheilen anzuerkennen, ist es weder allen Ganglien eigen, eine selbstständige Bewegung zu vermitteln, noch auch fehlt diese den willkürlichen Bewegungsorganen, wenn diese von ihren Centraltheilen getrennt sind. — Es ist ausgemacht, daß der Darm erst, wenn er der Luft ausgesetzt wird, sich lebhafter bewegt, als vorher, daß er sehr häufig während des Lebens der Thiere sich noch ganz ruhig verhält, wenn man das Peritonäum unverletzt läßt und durch dasselbe hindurch die Gedärme betrachtet. — Man sieht also deutlich, daß es oft, vielleicht immer, ein äußerer Reiz ist, der zur Bewegung bestimmt. — Die Iris bewegt sich ohne Reiz selten, und ebenso die beweglichen Theile der Harn- und Geschlechtswerkzeuge.

Aber auch die willkürlich bewegten Organe können sich nach dem Tode selbstständig contrahiren, und die Contraction hat eine auffallende Aehnlichkeit mit den Contractionen der unwillkürlich bewegten Organe. Ich erinnere zuerst an Remak's Beobachtungen. Er sah am Zwerchfell von Kaninchen und Schweinen kriechende, wellenförmige und wurmförmige, mit einer gewissen Regelmäßigkeit hinter einander folgende Bewegungen, welche zuweilen bei Säugethieren 48 Stunden nach dem Tode noch fortdauern (Müller's Arch. 1843. S. 182). — Ich habe Gelegenheit gehabt, eine Beobachtung sehr oft zu wiederholen, welche mir ein eklatantes Beispiel einer peristaltischen Bewegung in willkürlich bewegten Muskeln nach dem Tode zeigte. Bei Branchipus paludosus sah ich oft noch Stunden lang an den abgeschnittenen Kiemenfüßen und auch bisweilen an den Antennen die einzelnen Muskelbündel sich sehr regelmäßig wellenförmig und peristaltisch bewegen. Immer begannen die Bewegungen an demselben Ende.

Die Ganglien sind also nicht als die nothwendigen Bedingungen der Selbstständigkeit der Herzbewegung zu betrachten, und wenn wir es als höchst wahrscheinlich annehmen können, daß äußere Motive die Bewegung des Darmes hervorrufen, so wird es auch wahrscheinlich, daß dasselbe hinsichtlich des Herzens stattfinde, und dann auch wahrscheinlich, daß eine einfache Reizbewegung im Herzen vorkomme, durch beständige Reize beständig veranlaßt. Der hauptsächlichste Reiz scheint das Blut zu sein. Ich will die Beweise im Einzelnen nicht wiederholen, welche man bei Haller elem. lib. IV. Sect. V. §. 4. und 14. genauer erörtert findet, und verweise unter den neueren Forschern hauptsächlich auf Kürschner (in diesem Handwörterbuche II. p. 79). Ich kenne indeß sehr wohl die Schwierigkeit, einen vollgültigen Beweis beizubringen, der nur darin bestehen könnte, daß nach gänzlicher Entfernung des Blutes augenblicklich die Bewegung

endete. Denn es ist unmöglich, dies zu bewerkstelligen. Jedem, der Versuche in dieser Beziehung gemacht hat, ist es wohl bekannt, wie ein kleines Herzstückchen noch lange Zeit hindurch, wenn es im Wasser liegt, kleine Blutströmchen entsendet; wie man selbst das Blut aus den anhängenden Gefäßen nicht entfernt, wenn man diese aufschneidet, indem sie vermöge ihrer Elastizität sich wieder vereinigen. — Jedenfalls schwächt aber die Wegnahme des Blutes den Herzschlag seiner Intensität nach bedeutend. Wenn man von zwei ausgeschnittenen gleich starken Froschherzen an dem einen vor dem Ausschneiden alle Gefäße unterbunden hat, bei dem anderen nicht, so ist Regel, daß bei dem ersten die Herzspitze sich beträchtlich mehr hebt, als bei dem letzteren. Hingegen schlägt ein solches unterbundene Herz gewöhnlich nicht so lange, als ein nicht unterbundenes, vielleicht weil der Contraction ein zu großer Widerstand geleistet wird, vielleicht weil die Luft nicht an die Innenfläche des Herzens gelangen kann. — Ich habe wiederholt bei Fröschen sehr große Blutungen gemacht, wonach das Herz klein und blaß wurde. Nichts desto weniger schlugen solche Herzen ebenso lange nach dem Tode noch fort, als andere Herzen, denen kein Blut genommen war. — Auch konnte ich an anderen Muskeln keinerlei Bewegung sehen, wenn ich sie oder ihre Nerven mit Blut tränkte; es trat keine Zuckung ein, als ich den Schenkelnerven eines abgeschnittenen Schenkels durch die Vorhöfe eines Frosches leitete, so daß jener vom Herzblute beströmt wurde. — Nach starken Blutentziehungen bei Menschen und Säugethieren ist die erste Erscheinung Abnahme der Pulsstärke, die Frequenz ändert sich gewöhnlich nicht gleich, oder wird dann viel häufiger vermehrt, als vermindert. — Nach Einspritzungen von Blut hebt sich zuerst der Puls und der häufige, kleine wird seltener und größer.

Wir lernen aus diesen Erfahrungen, daß das Blut jedenfalls als ein Reiz für die motorischen Herznerven zu betrachten ist, daß es aber der einzige nicht sein kann.

Schneidet man das Herz in verschiedene Stücke, so bemerkt man, daß plötzlich das eine Stück zu schlagen aufhört, während ein anderes ebenso großes noch spontan fortschlägt. Man kann denken, in dem einen Stücke ist noch das Nervenprincip zur Bewegung enthalten, in dem anderen nicht. Denn das Blut kann ja die Ursache kaum sein, da beide Stückchen ungefähr gleich viel damit getränkt sind. Ja sogar wenn man beide Stückchen, wie ich oft gethan habe, untersucht, so wird man die Nervenverbreitung in dem Stückchen, welches spontan fortschlug, groß, in dem anderen sehr gering finden, und häufig gar keine Fasern unter dem Mikroskop entdecken. Nichts desto weniger ist der Schluß nicht so richtig, als man beim ersten Blick glaubt. Denn wäre er es, so müßte das Stück des Froschherzens, wo die meisten Nerven sich finden, am Sichersten auch getrennt von den anderen fortschlagen. Dies Stück ist in der Mitte der oberen (d. h. nach der Wirbelseite hingekehrten) Wand der Atrien. Schneidet man einen schmalen Riemen hier heraus, legt ihn nach dem leichten Abtrocknen auf den Tisch, so schlägt er in der Regel nicht. Schneidet man hingegen ein Stückchen Vorhof so aus, daß noch Höhle bleibt, so schlägt es fast immer. — Hieraus geht hervor, daß das Blut mit den Muskelfasern allein nicht ausreicht, um die Selbstständigkeit des Herzschlags zu erklären. Vielmehr muß das Blut eine relativ nervenreiche, hinlänglich reizbare Stelle treffen, wenn die Bewegung eintreten soll. Die Höhlenfläche ist die nervenreichste, von ihr geht am Leichtesten Bewegung aus. Die Herzspitze nimmt keinen Theil

mehr an der Höhle, sie enthält wenige Nerven, sie schlägt auch nicht, wenn man sie allein abschneidet, weiter fort.

Aber Blut und Nerven allein erklären auch noch nicht vollständig die Selbstständigkeit des Herzschlags.

Ein zweiter nicht minder wichtiger Reiz für das Herz ist die atmosphärische Luft, welche zu dem Herzen dringt. Es ist eine Thatsache, welche von R. Whytt herrührt, daß das stillstehende Herz sehr leicht durch den Zutritt der Luft wieder bewegt wird, und deßhalb muß man auch glauben, daß die Luft, welche an die innere und am Meisten empfindliche Fläche des Herzens gelangt, eine noch größere Reizung zu bewirken vermag. — Eine andere Thatsache, welche von Vesalius herrührt, scheint noch ein wichtigerer Beweis zu sein. Das Herz eines eben getödteten Thieres schlägt nämlich viel länger fort, wenn man Luft in die Lungen einbläst, als wo dies unterbleibt. — Entsprechend findet man auch, daß das Herz eines Frosches, dem das Athmen aufgehoben wurde, leichter still steht.

Wie die Entziehung der Wärme alle Nervenkraft abstumpft, so sehen wir auch die Herzschläge immer abnehmen, wenn man das bloßgelegte, noch in der Verbindung mit dem Körper stehende Herz eines Frosches einer Temperatur unter 0° R. aussetzt. Ob nun noch andere Kräfte mitwirken, dafür fehlen wenigstens bis jetzt die Belege.

Alles zusammengestellt sehe ich die Herzbewegung für eine einfache Reizbewegung an, welche nie aufhört, weil sie immer angeregt wird; und finde nicht bewiesen, daß das Gangliensystem im Herzen diese beständige Bewegung veranlasse. Diese Reizbewegung wird im Herzen, wie überall, in den motorischen Nerven selbst hervorgerufen durch den Reiz des Blutes und der Luft. Wie aber überall die Reizbewegung für die Dauer nicht besteht, wenn die sie veranlassenden Nerven durchgeschnitten und ohne Zusammenhang mit ihren Centraltheilen sind, so wird es nicht anders am Herzen sein. Aber wo, fragt es sich, sind die Centraltheile der motorischen Nerven? Sind es die Ganglien, oder ist es das verlängerte Mark? Dies sind Fragen, welche nicht eher vollständig zu beantworten sind, bis das Verhältniß zwischen Nervenfasern und Ganglien vollkommen aufgeklärt ist. — Man kann bis jetzt die Erscheinungen unter beiden Annahmen möglicher Weise erklären. Ohne jedoch darauf für jetzt eingehen zu wollen, mögen einige sich auf die Herzbewegung beziehenden Versuche, welche ich vor 1½ Jahren angestellt habe, hier Platz finden, da sie vielleicht dazu dienen können, den Gegenstand mehr zu beleuchten.

Die Narcotica vermehren bekanntlich momentan die Reizbarkeit der willkürlichen Muskeln. Namentlich weiß man, daß Frösche, welche mit Strychnin und dem Opium vergiftet sind, eine große Disposition zu Reflexbewegungen zeigen, welche durch die leiseste Berührung hervorgerufen werden. Hingegen scheint das Gefühl geringer geworden zu sein, und sehr schmerzerregende Einwirkungen, wie starke Säuren ꝛc. bringen nicht Reactionen hervor, welche auf heftigen Schmerz folgen. Auch abgeschnittene Glieder verlieren rasch ihre Reizbarkeit, ebenso wie dieses schnelle Schwinden der Reizbarkeit auch dann eintritt, wenn man das ganze Rückenmark eines vergifteten Frosches zerstört. — Auch das Athemholen hört bei Fröschen, die mit Strychnin vergiftet wurden, gewöhnlich bald auf. — Auf die Herzbewegung hat die Vergiftung, so lange der Tetanus in den willkürlichen Muskeln besteht, keinen größeren Einfluß, als ein solcher, wie er nach dem Mangel des Athmens allmählig erfolgt. Wenn freilich der Tetanus geendet

hat und auch durch Hautreize nicht mehr entsteht, dann bewegt sich das Herz, welches mit dunklem Blute gefüllt und ausgedehnt angetroffen wird, — nicht mehr, und kann auch durch Reizmittel nicht mehr zur Bewegung gebracht werden. — Es ist gewiß bemerkenswerth, daß die Zahl der Herzschläge, wenn die ersten Vergiftungssymptome schon eingetreten sind, sehr häufig sich nicht um einen einzigen, niemals beträchtlich vermindert haben, — was wiederum zum deutlichen Beweis dient, daß das Herz an der vom Rückenmark ausgehenden Reflexthätigkeit keinen Antheil nimmt. — Bei einem Frosche schlug z. B. des Morgens

	9	Uhr	35	Min.	39	Mal.
	9	»	45	»	34	»
	10	»	—	»	26	»
Abends	6	»	30	»	20	»

Nimmt man hingegen einem vergifteten Frosche das verlängerte Mark hinweg, ja legt man es nur bloß, so nimmt rasch die Zahl der Herzschläge ab. Es ist diese Erscheinung um so wichtiger, als sie dann nicht mehr auf Rechnung der Respiration kommen kann.

Ein Frosch bekam Strychninlösung 11 Uhr 45 Min. ¼ Stunde nachher schlug das Herz . . . . 40 Mal;
nach 5 Stunden gleichfalls . . . . 40 »
Dann wurde das verlängerte und Rückenmark zerstört, und nach einer Stunde schlug das Herz nur 28 »
nach 4 Stunden . . . . 16 »
Nach 16 Stunden . . . . gänzlicher Stillstand.

Bei einem zweiten Frosche schlug nach der Vergiftung und 4 Stunden später das Herz 40 Mal, 2¾ Stunden nach Exstirpation des verlängerten Markes 16 Mal.

Bei einem dritten vergifteten Frosche sank es eine Stunde nach der Exstirpation des verlängerten Markes von 46 auf 32, und in 3 Stunden auf 17; — bei einem vierten in einer Stunde von 46 auf 26. Bei vergifteten Fröschen, denen das verlängerte Mark nicht genommen ist, sinkt der Herzschlag in der Regel in den ersten 6 Stunden sehr wenig.

Bei drei vergifteten Fröschen, denen das verlängerte Mark nur bloßgelegt worden war, war der Herzschlag

bei	unmittelbar nach der Operation	5 Min. später	nach 25 Min.	nach 2¼ Stunden
A.	54	38	32	18 Mal.
B.	48	45	20	8 »
C.	56	36	36	24 »

Aehnliche Gründe, welche die Bewegung des Herzens als eine Reizbewegung betrachten lassen, bestimmen auch zur Annahme, daß die Bewegung des Darmes von der Reizung seiner inneren und äußeren Oberfläche, d. h. der daselbst verbreiteten motorischen Nerven zu betrachten sei. Sie wird stärker, wenn die Luft zum Darme tritt, besteht fort an abgeschnittenen Theilen, nimmt ihre Richtung, je nachdem sie von verschiedenen Reizen getroffen wird, hört nach dem Tode nicht sogleich auf. Wäre die Darmbewegung von den Ganglien des Darmes so regulirt, wie die Athembewegung vom verlängerten Marke, so würde ein deutlicherer Typus zu bemerken sein, was aber durchaus nicht der Fall ist. — Kann man mithin die Ganglien im Darme nicht als das Centralorgan für die combinirte Bewegung des Darmes betrachten, so ist damit nicht gesagt, daß sie sich zu den motorischen Darmnerven nicht so verhalten, und auf die Reizbewegung so

einwirken könnten, wie wir vom Rückenmarke wissen, daß es auf die Reizbewegung der willkürlichen Muskeln einwirkt. Wenn aber die Ganglien wirklich diese Rolle spielen, so kann der Einfluß der Elektricität, den man bei Anwendung des Rotationsapparates an dem verlängerten Marke und dem kleinen Gehirne bemerkt, nicht so gedeutet werden, als wären die genannten Nervenstellen die Centralorgane für die Reizbewegung, sondern man muß ihn als die Anregung zu einer reflectirten Bewegung in demselben Sinne betrachten, wie dies oben bei dem Herzen erörtert worden ist. — Die Entscheidung wird also auch hier von der Frage abhängen, ob die Nervenprimitivfasern nur durch die Ganglienkörper hindurchgehen, oder ob je zwei aus jedem Körper entspringen. In dem ersten Falle ist die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, anzunehmen, daß das verlängerte Mark (und respective das kleine Gehirn) als Centralorgan für die Reizbewegung des Herzens und Darmes zu betrachten ist, daß hingegen eine Reflexaction in den Bewegungen dieser Organe nicht existirt; im zweiten Falle enthalten die Ganglien des Herzens und Darmes die Centralorgane der Reizbewegung, das verlängerte Mark hingegen ist die Stelle, wo die Reflexbewegung angeregt wird.

Willkürliche Bewegungen und Gehirneinfluß. Heut zu Tage ist es überflüssig, Beweise beizubringen gegen die Theorie von G. E. Stahl, Sauvages und seinen Anhängern, namentlich Porterfields, R. Whytt u. A. Die Stahl'sche Schule wollte bekanntlich beweisen, daß die unwillkürlichen Bewegungen ebenso von der Seele regiert würden, wie die willkürlichen. Sie sagt, die Seele ruhe nicht, ebenso wenig im Schlaf, als während des Wachens. Sie sorge in jenem für Fortbewegung des Herzens, weil sonst das Blut in Verderben gerathen würde. Durch die öftere Wiederholung gewöhne sich der Mensch aber so sehr an diese Bewegung, daß er zuletzt gar keine Herrschaft mehr über dieselbe habe, was übrigens auch bei Bewegungen vorkomme, welche sonst willkürlich seien, aber durch beständige Gewohnheit der Willkür entzogen würden. — Die Widerlegung dieser Stahl'schen Theorie hat Haller (el. IV.) vollständig geliefert.

Wenn keine Rede davon sein kann, daß die freie Willenskraft keinen Einfluß auf die oft genannten Bewegungen der vom N. sympathicus versorgten Organe hat (vergl. übrigens die Untersuchungen über diesen Gegenstand von Volkmann in diesem Werke, B. II. p. 604), so ist hingegen sicher, daß andere Seelenthätigkeiten wol darauf einwirken. Die Gemüthsaffecte verändern die Bewegung von Herz, Darm, Blase und Geschlechtstheilen, obwol über das Wie jede Ahnung fehlt. — Man hat hin und wieder an dem Gehirne, weil es das materielle Substrat der thierischen Seele ist, zu experimentiren versucht, ohne zu erklecklichen Resultaten zu gelangen. W. Philips Beobachtung, daß sich nach Reizungen des Gehirns der Herzschlag vermehren könne, schien so wenig durchgreifend, daß Flourens bekanntlich bei Wegnahme der Gehirnhemisphären von Vögeln keine Veränderung in der Circulation wahrnahm, und dennoch hat die medicinische Erfahrung Fälle genug aufgezeichnet, wo mit isolirten Gehirnkrankheiten Veränderungen des Herzschlages sich zeigten; und in neuer Zeit sah wieder Valentin Vermehrung des Herzschlages nach Reizung des Balkens bei lebenden Kaninchen; ich selbst sah zuweilen bei eben getödteten Kaninchen nach derselben Reizung denselben Erfolg. Daß indeß in der That Theile des Gehirns auf den Herzschlag wirken, ist durch

Versuche, welche mit Anwendung des Rotationsapparates bei Fröschen von den Gebrüdern Weber und mir angestellt worden sind, außer Zweifel gesetzt. Das Herz wird nämlich auch zum Stillstande gebracht, wenn die Vierhügel (Zweihügel) in den Strom gebracht werden. In der großen Reihe von Versuchen, welche ich über diesen Gegenstand gemacht habe, fand ich, daß nicht so bestimmt, so rasch dieser Stillstand von den Zweihügeln, als von der Medulla oblongata aus erfolgte, so daß man dessen nicht so sicher sein kann, wovon sich Viele überzeugten, welche bei mir den Versuch ansahen. — Noch seltener bemerkt man den Stillstand des Herzens, wenn man die Hemisphären des großen Gehirns in den Strom bringt. E. Weber (s. oben p. 44) giebt an, daß das Herz seine Bewegungen nicht geändert habe, als er die oben genannten Theile mit den Dräthen berührte, und ich kann, wie gesagt, dies für die größere Menge von Fällen bestätigen, — ganz constant ist es jedoch nicht. In einem Versuche z. B., dem Remak aus Berlin beiwohnte, erfolgte allerdings der Stillstand, und so sah ich es noch ein paar Mal, — meistens aber nur bei Fröschen, die schon wiederholt elektrisirt waren. — Zu diesen Versuchen gesellen sich endlich auch meine früheren, welche einen Gehirneinfluß auf die Organe des Unterleibes darthun, aber noch nicht den Pfad erkennen lassen, welcher zwischen Erscheinung und ihren Motiven führt. — Es möchte kaum von Vortheil sein, jetzt noch Theorien aufzustellen, ehe noch Thatsachen genug vorliegen.

Bewegungsfacultät in den von dem N. sympathicus versorgten Organen.

Convulsionen, Tetanus und coordinirte Bewegung sind die verschiedenen Formen, unter denen sich die der Willkür unterworfenen Muskeln bewegen. Es ist möglich, daß die angegebene Verschiedenheit des Effectes abhängt von der Quantität des Reizes, welcher ihn hervorruft; es ist aber auch möglich, daß die Qualität des Reizes auch die qualitativ verschiedenen Bewegungseffecte veranlaßt. Die Erfahrung jedoch lehrt, daß die Qualität wenig oder Nichts, die Quantität Alles ausmacht. Wirkt der Wille auf das Nervensystem, so entsteht zwar weder Convulsion noch Tetanus, sondern coordinirte Bewegung. Aber man lasse ihn wachsen bis zur Leidenschaft, so mischen sich der coordinirten Bewegung Convulsionen bei; oder der motorische Nerv sei verletzt, gedrückt, oder irgendwie krank, und der Reiz wird auch hier nicht durch das Reactionsmittel aufgewogen, und der Erfolg ist wie im vorigen Beispiele. — Das Princip der Reflexaction erregt, wenn es noch kräftig wirkt, Bewegungen voller Zweckmäßigkeit, der enthauptete Frosch macht nach Reizung Bewegungen zur Entfernung, das enthauptete Säugethier stößt nach der brennenden Kerze, als ob sie ihm Schmerz machte; ein wenig später zittert es bloß nach derselben Ursache. Kurz immer ist es ein gewisser Grad des Reizes, oder, was nichts Anderes sagen will, ein bestimmter Kraftvorrath, der coordinirte Bewegung, der Convulsion oder Tetanus erzeugt. — Von dem freien Willen, von dem Principe der Reflexion läugnet es Niemand, nicht so deutlich ist es bei der einfachen Reizung. Wie bei dem Willenseinfluß ganz gewöhnlich eine coordinirte Bewegung erfolgt, so treten nach der einfachen Reizung durch die verschiedenen bekannten äußeren Reizmittel

gewöhnlich Convulsion oder Tetanus ein. Nichts desto weniger sieht man nicht selten in abgeschnittenen Theilen eine vollständige Beugung oder Streckung erfolgen, also nach einer Reizung Contraction mehrer einem Systeme angehöriger Muskeln, und das ist eine coordinirte Bewegung. Man wird freilich sagen, eine Beugung oder Streckung ist nach ihrer Zweckmäßigkeit noch keine zusammengesetzte Bewegung, wie das Gehen, Springen 2c., aber sie machen doch die integrirenden Glieder aus, und der Wille hat nur die Kraft, die verschiedenen Beugungen und Streckungen rasch hintereinander zu bewirken. Durch wiederholte Versuche müßte man es bei abgeschnittenen Gliedern des Frosches dahin bringen können, nach Belieben Convulsion, Tetanus oder coordinirte Bewegung zu erzeugen, wie es jetzt nur zufällig gelingt.

In den unwillkürlich bewegten Organen bemerkt man gleichfalls drei verschiedene Bewegungsformen, welche sich zwar von den oben angegebenen unterscheiden, jedoch unter ähnliche Rubriken mit ihnen gebracht werden können. Der Tetanus zeigt sich z. B. im Darme als tiefe ringförmige Einschnürung, am Herzen als blasse, zusammengezogene Stelle, welche bei der Ausdehnung des übrigen Herzens und seiner Anfüllung mit Blut nicht roth wird, sondern blaß bleibt. Die coordinirte Bewegung von allen diesen Organen ist ebenso bekannt, und zeigt sich z. B. noch an abgeschnittenen Herzstücken, welche sich so bewegen, daß sie ihr Blut ausleeren können. Nur die Convulsionen sind nicht so leicht nachzuweisen. Im Magen und Darme kommen sie in der Art, wie in den willkürlichen Muskeln, gar nicht vor. Was damit verglichen werden könnte, sind die kleinen Runzeln und Fältchen, welche zuweilen der Reizung folgen, wie man besonders am Magen und dem Coecum beobachten kann. Am Herzen des Frosches kommt gleichfalls nur höchst selten ein Zittern vor, welches mit Convulsion verglichen werden kann; häufiger hingegen ist das Herzzittern bei sterbenden Säugethieren. Diese letztere Erfahrung macht es wahrscheinlich, daß das seltenere Hervortreten der Convulsionen in den unwillkürlich bewegten Organen wenigstens nicht allein dem N. sympathicus, sondern der Structur dieser Organe zugeschrieben werden muß. Die Muskelfasern im Darmkanale, den Harn- und Geschlechtsorganen sind weniger elastisch, als die quergestreiften des Herzens, und daher hauptsächlich mag es vielleicht kommen, daß in dem letzteren annähernde Convulsionen schon erscheinen. — Aber dies kann doch die Ursache allein nicht sein. Denn sonst findet es keine Erklärung, weßhalb man durch die verschiedensten Reizungen des Froschherzens doch das Zittern nicht erzeugt, welches so häufig in den willkürlichen Muskeln ist; und es scheint, als ob derjenige Reiz, welcher die Bewegung des Herzens unterhält, einen stärkeren Einfluß auszuüben vermag, als der neuhinzukommende. Ist aber der letztere sehr intensiv, so entsteht sogleich Tetanus, den man z. B. durch den elektrischen Strom am Herzen selbst erzeugen kann.

Doch dem sei, wie ihm wolle, jedenfalls bleibt es bemerkenswerth, daß sich die unwillkürlich bewegten Organe weniger geneigt zu Convulsionen zeigen, und die nothwendige Folge dieser Erscheinung ist, daß, gleichgültig von wo aus man die genannten Organe und resp. die mit ihnen in Connex stehenden Nerven reizt, keine Convulsionen, sondern zusammengesetzte Bewegungen oder Tetanus entstehen können. Wenn also von Theilen des Gehirns und Rückenmarkes aus durch deren Reizung einzelne Beobachter Bewegungen im Darmkanale oder anderen unwillkürlich bewegten

Organen gesehen haben, so konnten keine Convulsionen entstehen, weil diese überhaupt nicht vorkommen. Was entstehen konnte, tiefe Einschnürungen und coordinirte Bewegungen, sind auch wirklich beobachtet worden. Ich möchte deßhalb auch nicht mit Volkmann (in diesem Werke II. p. 505) daraus schließen, daß deßhalb das verlängerte Mark nicht das Centralorgan für die Nerven der unwillkürlich bewegten Organe sei, weil in den animalen Muskeln nach einer solchen Reizung des verlängerten Markes ungeregelte Convulsionen, hingegen in dem vom N. sympathicus versorgten Organe planmäßig geordnete Bewegungen entstehen, denn erstens wurden im Darme oft Einschnürungen beobachtet, und zweitens mußten, wenn man die Ganglien des Herzens und Darmes und nicht das verlängerte Mark für die Centralorgane hielte und die ungeordneten Bewegungen für charakteristische Folge der direkten Reizung der Centralorgane betrachtete, nach Reizung der Herzganglien wirklich immer solche Bewegungen entstehen, — aber dies ist nicht der Fall.

Es ist mithin in den Formen der willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen allerdings ein Unterschied vorhanden, aber dieser Unterschied kann nicht darin seinen Grund haben, daß für beide verschiedene Centralorgane des Nervensystems vorhanden sind.

Quantitative Verhältnisse in der Bewegung der vom N. sympathicus abhängigen Organe.

Wird eine Extremitätenmuskel mechanisch gereizt, so zittert bald nach der Trennung der ganze Muskel, ganz gleich, ob die Extremität abgeschnitten ist, oder ob ihre Nerven noch mit dem Rückenmarke verbunden sind, in gleichem Momente mit der Reizung. Man ist nicht im Stande, zu beobachten, wie sich von der Stelle des Reizes an die Bewegung verbreitet, denn fast in demselben Augenblicke ist sie schon erfolgt. — Nach einer Darmreizung hingegen verbreitet sich von der gereizten Stelle äußerst langsam die Bewegung, so daß man die Ausbreitung sehr bequem verfolgen kann. Es mussen Ursachen vorhanden sein, welche in dem einen Falle die Verbreitung der Bewegung beschleunigen, oder in dem anderen sie hemmen. Man kann die Ganglien, man kann aber auch die Verschiedenheit der Muskelfasern des Darmes und der der Extremitäten als die Bedingungen dieser Erscheinung betrachten. Im Herzen sind quergestreifte Muskeln und Ganglienнerven, und der Herzmuskel steht in der Mitte zwischen den Rumpf- und Darmmuskeln. Wird das ruhige Herz irgendwo gereizt, so sieht man fast mit dem Reize die Bewegung am Vorhofe beginnen, wie mit der Schenkelmuskelreizung der Muskel am vorderen Ende fast gleichzeitig zu zittern beginnt. Entsteht nach einem stärkeren Reize am Herzen Tetanus, so kann er sich sehr beschränken, und obwohl der Ventrikel des Froschherzens nur einfach ist, so kann doch eine Hälfte, ja ein Dritttheil tetanisch contrahirt sein und der Rest des Ventrikels dehnt sich aus. — Beide Erscheinungen, glaube ich, dürfen nicht verwechselt werden. Die erste ist hauptsächlich eine Muskel-, die zweite eine Nervenerscheinung. Die erste beruht vorzugsweise auf der Muskelelasticität; sobald an einer Stelle durch einen Nervenreiz eine Contraction entstanden ist, entsteht ähnlich wie durch die elastische Arterienmembran eine

wellenförmige Bewegung, welche hier außerordentlich klein ist, und diese Bewegung bringt in dem empfindlichsten Herztheil die organische Bewegung hervor. Im Darme, wo die Elastizität der Muskelfasern viel geringer ist, kann man der fortschreitenden Bewegung zusehen. — Ganz anders verhält es sich mit der zweiten Erscheinung. Das vorher stillstehende Herz wird an der Stelle der stärkeren Reizung tetanisch, fängt aber übrigens wieder zu schlagen an. Der Nervenreiz bleibt an der Ursprungsstelle, und benachbarte Nervenäste werden oft gar nicht davon afficirt. Ganz dieselbe Erscheinung ist am Darme bemerkbar. Legt man die Dräthe auf die Muskelhaut des Darmes, so entsteht oft eine ganz beschränkte Constriction oder Vertiefung, daneben ist aber peristaltische Bewegung möglich. — Mit einem Worte, die Nervenfasern im N. sympathicus theilen ihre Zustände nicht so leicht anderen mit, als cerebrospinale Fasern. Das ist wenigstens das Resultat der bis jetzt gemachten Erfahrungen, und wenn man früherhin gerade im umgekehrten Sinne dem N. sympathicus die Vermittelung der Sympathien in Krankheiten zuschrieb, so hat zu dieser Ansicht Nichts weniger verführt, als die unbefangene Beobachtung.

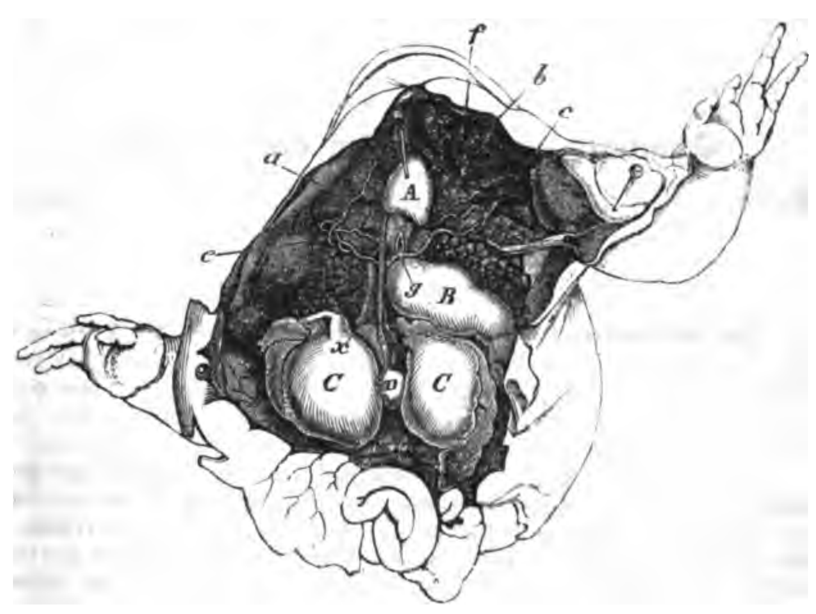
Außerdem daß die sympathischen Nerven augenscheinlich das Vermögen besitzen, Veränderungen, welche in ihnen erzeugt sind, nicht so leicht auf andere übergehen zu lassen, ist noch die dauernde Wirkung eines Reizes bemerkenswerth, wenn dieser schon entfernt ist. Es ist bekannt, daß ein Reiz auf das stillstehende Herz nicht einen Schlag, sondern eine fortgesetzte Reihe von Pulsationen weckt, und vom Darmkanal kennt man dasselbe Phänomen. Die bekannte Erfahrung, daß der verstümmelte Ventrikel des Froschherzens zuweilen nur nach jedem Reize sich einmal zusammenzieht und nicht wiederholt, läßt vermuthen, daß jene Nachwirkung in der That von den Ganglien abhänge, was freilich noch weiterer Untersuchungen bedurfte. — Ich darf hier die ganz analoge Erscheinung, die man an Empfindungsnerven beobachtet, nicht unberührt lassen, ich meine die Nachempfindung von Gesichts- und Gehörseindrücken, wenn das Object bereits nicht mehr vorhanden ist. Man könnte auch hier die Ganglienkugeln der Retina und der inneren Gehörnerven als die Impulse jener Erscheinung betrachten.

In einen Zusammenhang mit dem eben erwähnten Phänomen läßt es sich endlich bringen, wenn die Bewegung, welche einem Reize eines sympathischen Nerven folgt, nicht augenblicklich nach der Reizung eintritt, wie bei den cerebrospinalen Nerven, sondern wenn gewöhnlich ein meßbarer Zeitraum zwischen Irritation und Effect liegt, — was namentlich am Darme sehr deutlich erscheint. Auch bei minder scharfen Augen vergeht nicht selten eine gewisse Zeit, bis das gesehene Object wahrgenommen wird, d. h. der Effect sich im Gehirne zeigt. Also auch hier wieder eine Analogie zwischen sensuellen und sympathischen Nerven. Wie auffallend, daß auch der Bau beider nicht unähnlich ist!

J. Budge.

Anhang über die Herznerven des Frosches.

Das Froschherz erhält, soweit mich bis jetzt Untersuchungen belehrt haben, seine Nerven ausschließlich von dem N. vagus, nachdem sich derselbe mit dem N. sympathicus verbunden hat. In dem 1—1¼''' von dem Ursprunge des N. vagus entfernt liegenden gelblich grauen Ganglion tritt der N. sympathicus, der nach vorn mit dem N. trigeminus, nach hinten mit dem N. hypoglossus zusammenhängt, mit dem N. vagus in Verbindung. Nachdem dieser mehre Zweige bald nach seinem Ursprunge abgegeben hat, wendet er sich an die Bauchseite mit einem vorderen Zungenzweige b (in der beistehenden Figur) und einem hinteren Zweige c, dieser spaltet sich wieder in zwei Aeste, einen vorderen, R. laryngeus d, welcher, nachdem er über dem N. hypoglossus durchgetreten ist, in einem starken Bogen, von dem überaus kleine Fädchen gegen den Herzbeutel zu verlaufen scheinen, in den Kehlkopf geht, und einen hinteren, R. intestinalis, der sich wieder in den R. gastricus e und R. cardiaco-pulmonalis f theilt. Der R. gastricus verbirgt sich über der Lunge und gelangt zum Magen. Der R. cardiaco-pulmonalis vertheilt sich theils an die Lunge, theils schickt er einen feinen Ast R. cardiacus f zum Herzen. Dieser letztere liegt bedeckt von der Pleura, am oberen Ende der Lunge, über welche er hinweggeht, hart an der inneren Seite der V. jugularis und resp. der großen Hohlvene, welche er nach innen hat. Gerade da, wo der R. cardiaco-pulmonalis von dem R. intestinalis abgeht, liegt er über der A. pulmonalis, die ihn deckt, wenn man den Frosch von der Bauchseite öffnet. An der Stelle, wo die vordere Hohlvene in das Atrium tritt, geht neben ihr der R. cardiacus, d. h. also an der oberen Fläche des Herzens, in den Vorhof. Von der rechten und der linken Seite kommen in der Mitte der Vorhöfe beide R. cardiaci zusammen, der von der rechten Seite geht über der hinteren Hohlader, macht daselbst einen Bogen und vereinigt sich in einem Plexus mit dem der anderen Seite. Es gehen nämlich, wovon man sich unter dem Mikroskope überzeugt, Fasern des linken R. cardiacus zum Theil nach rechts, und zum Theil bleiben sie auf der linken Seite, ebenso ist es auf der rechten Seite. Aus diesem Plexus g. gehen zwei Fäden hervor, welche bei frisch präparirten Herzen dicht neben einander liegen, welche sich in der Scheidewand und den beiden Atrien vertheilen. Der linke Nerv hat ein deutliches, aber sehr kleines Ganglion.



Erklärung der Abbildung. A. Herzkammer, welche nach oben zurückgeschlagen und befestigt ist, nach hinten mit den Ueberresten der Vorkammern verbunden.

B. Magen, gerade hinter der unbezeichneten leicht kenntlichen linken Lunge.

C. C. Leber. D. Gallenblase.

a. N. hypoglossus.

b. R. lingualis n. vagi.

c. N. vagus, wo er sich in

d. N. laryngeus und R. intestinalis spaltet und über dem N. hypoglossus liegt.

e. R. gastricus, der über den Lungen zum Magen geht.

f. R. cardiacus. (Der R. pulmonalis geht am vorderen Ende in die Lungen und ist in der Zeichnung nicht dargestellt.)

g. Plexus der R. cardiaci, aus dem die beiden Vorhofnerven hervorgehen.

x. Vena cava inferior.

J. Budge.

Sympathische Ganglien des Herzens.

Zusatz zu dem vorhergehenden Artikel vom Herausgeber.

Ich habe mehrere Wochen lang in Gemeinschaft mit Dr. Frey und Dr. Leuckart täglich einige Stunden Untersuchungen angestellt, mit der Absicht, ob es uns gelingen möchte, in dem schon früher vergeblich von mir deßhalb durchforschten Froschherzen das Verhältniß der Primitivfasern zu den Ganglienkörpern und die Endigung der Primitivfasern aufzufinden.

Je mehr ich über den Gegenstand nachdachte und den von mir gedachten anatomischen Fund im Lichte, oder vielleicht richtiger gesagt, in der Dunkelheit unserer gegenwärtigen Nervenphysik zu betrachten versuchte, um so mehr kam mir die Ueberzeugung, daß das Herz es sein werde, dessen Bau, Function und Nervenvertheilung das große Räthsel lösen müssen, an welches sich das Verhältniß des sogenannten sympathischen Nerven zum System der cerebrospinalen Nerven knüpft. Während ich mit meinen obengenannten Gehülfen im physiologischen Institute dahier beschäftigt war, erschien die treffliche Schrift von Bidder, mit Anhang von Volkmann über denselben Gegenstand[1]), welchen ich in dem kurz vorher gedruckten und noch nicht ausgegebenen Artikel »Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigung« zur Sprache brachte. Die Wichtigkeit des Gegenstandes und der Wunsch, hier im Wörterbuch jetzt Alles aneinander zu reihen, was hierher gehört, veranlassen mich zu dem gegenwärtigen Zusatz. Bei der Redaction des obigen Artikels kam mir der Aufsatz vom Prof. Budge in Bonn in dem Tübinger Archiv für physiologische Heilkunde zu Gesicht[2]), der mich veranlaßte, den Herrn Verf. zu bitten, den voranstehenden Artikel zu bearbeiten.

Ich will hier zuerst die vortreffliche Arbeit von Bidder besprechen. Jedenfalls ist es sehr interessant, daß die Hauptentdeckung über den doppelten Faserursprung von den Ganglienkörpern an drei verschiedenen Orten, in Pisa, Paris und Dorpat, und von drei verschiedenen Beobachtern unabhängig von einander gemacht wurde. Es wiederholt sich hier, was wir so oft in der Geschichte der Wissenschaft vorkommen sehen. Ist dieselbe nämlich im Laufe ihrer Entwicklung an einem bestimmten Punkte angelangt, so drängt dieser Standpunkt der Wissenschaft selbst zu dem Moment, der zum Anstoß einer neuen Richtung in der Forschung werden muß.

---

[1]) Zur Lehre von dem Verhältnis der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Neue Beiträge von Dr. F. H. Bidder, Professor der Physiologie in Dorpat, nebst einem Anhange von Dr. F. W. Volkmann, Professor in Halle. Mit 2 Kupfertafeln. Leipzig 1847.

[2]) Jahrgang 1846. S. 319 u. f. Ueber die Abhängigkeit der Herzbewegung vom Rückenmark und Gehirn.

Vielen Beobachtern kam der Gedanke, daß ein weiterer Fortschritt in der Physiologie des Nervensystems zunächst von einem Weiterrücken des anatomischen Elementes abhängig sei. So sprach sich Müller in der vierten Auflage seines bis jetzt unübertroffenen Handbuchs der Physiologie[1]) bei Gelegenheit der Zusammenstellung der bisherigen fragmentaren Untersuchungen über den Ursprung von Fasern von Ganglienkugeln dahin aus: »Die Vorstellung von einem bloßen Einlagern der Ganglienkugeln zwischen die Nervenfäden als Belegungsmassen ist für die Nervenphysik unbefriedigend. Der Verstand postulirt einen tieferen Zusammenhang.«

Bidder und Reichert, denen das Bisherige, was man darüber wußte, ebenfalls ungenügend schien, wurden, trotz des wenig günstige Aussichten versprechenden, mühevollen Weges, von der Wichtigkeit des Gegenstandes getrieben und, nach langem vergeblichem Forschen gelangten sie zu Resultaten, welche im Wesentlichen mit den bereits von mir publicirten im Einklange sind. Erst als die Abhandlung druckfertig war, erhielt Bidder die erste Kunde meiner Entdeckung aus den Göttinger gelehrten Anzeigen, nach der von mir gemachten Mittheilung an die Königliche Societät der Wissenschaften. Gerade die von uns beiden unabhängig von einander geführte Untersuchung erhöht das Interesse der beiderseitigen Ergebnisse.

Bidder hat seine Beobachtungen hauptsächlich am Hecht angestellt und zwar vorzugsweise am Trigeminus. Es ist zu dem Entzweck eine besondere Parthie der hinteren Wurzel dieses Nerven benutzt worden, an welcher gerade mit bloßen Augen keine Ganglienmasse zu erkennen ist, während ausgeschnittene und ausgebreitete Stücke Ganglienkugeln bald in größerer, bald in geringerer Menge sich erkennen lassen. Die Nervenfasern gehören zur Classe der breiten und lassen sich gut isoliren. Jede Nervenfaser, so beschreibt es Bidder, entwickelt sich bauchig in ihrer Primitivscheide, und in diese Erweiterung ist die Ganglienkugel eingebettet. Die Ganglienkugel liegt also innerhalb der Primitivnervenfaser und zwar in der Regel ist zwischen der Primitivfaserscheide und der granulirten Ganglienkugelmasse ein deutlicher Zwischenraum. Bidder nimmt nun an, daß der flüssige Nerveninhalt, das Nervenmark, diesen Zwischenraum in continuirlicher Fortsetzung von der Primitivfaser ausfüllt, »so daß sie in demselben frei zu schwimmen scheint.« Der Verfasser behauptet also, wenn ich ihn recht verstehe, daß das Nervenmark in die Erweiterung, wo die Ganglienkugel liegt, eindringt und eine continuirliche Schicht an der Wand der Zelle, d. h. an der bauchig erweiterten Höhle der Primitivfaserscheide bis zum Abgang der Faser am entgegengesetzten Pol bildet, welche die ganze granulirte Masse der Ganglienkugel umhüllt. In anderen Fällen allerdings, sagt der Verf., »stößt die Ganglienkugel nur an den Polen der Erweiterung mit der Nervenflüssigkeit zusammen, und grenzt im übrigen Umfange unmittelbar an die innere Fläche der primitiven Nervenscheide.« Dies ist das Verhältniß, wie ich es für das normale halte und immer sah. Da man aber allerdings das Aufhören des Nervenmarkes an den beiden Polen der Ganglienkugel in der Regel nicht sieht, oder nur, wenn es verändert ist (Fig. 30, 31 meiner Tafel II.), so kann man annehmen, daß das Mark der Primitivfaser continuirlich in die homogene Substanz übergeht, welche die Molekeln der granulirten Ganglienkugel zusammenhält. So kann ich mir die Sache vorstellen, während ich einen Ueberzug von Nervenmark

[1]) Bd. I. S. 528.

über die Ganglienkugel, worin diese gleichsam schwimme, nicht statuiren kann. Ganz richtig aber sagt Bidder: „Die Ganglienkugel hat also zunächst keine andere Scheide, als die primitive Nervenscheide, und nach Zerreißung dieser kann sie demnach ganz nackt und bloß hervortreten.«

Der Verf. erkennt auch sogleich den Werth der ganzen Erfahrung, wodurch »manche bisher geltende Ansicht über die Bedeutung der Ganglienkugeln und über ihr Verhältniß zu den Nervenfasern modificirt, ja gänzlich umgekehrt wird.« Er findet es zuerst auffallend, daß es breite, sogenannte animale Nervenfasern sind. Dann kann, nach der Ansicht des Verfassers, von einem Ursprung der Nervenfasern von den Ganglienkugeln nicht mehr die Rede sein. Da die Ganglienkörper keine eigene Membran haben, so ist der Ausdruck Ganglien- oder Nervenzelle unpassend (was zugegeben werden mag, obwohl sonst die Ganglienkörper die übrigen Elemente von Zellen aufzeigen). Außer am Trigeminus kommt dasselbe Verhältniß am Vagus der Fische vor. Bei Gadus Lota zeigt sich, daß auch manche Primitivfasern den Spinalnerven sich ähnlich verhalten in Bezug auf die breiten Nervenfasern, was sodann auch beim Hecht gefunden wurde. Beim Frosch zeigen sich sehr große Schwierigkeiten und der Nachweis gelingt nur unvollkommen. Auch Vögel, z. B. die Krähe und das Haushuhn, erweisen sich nicht günstiger. Besser, wenn auch nicht so gut als bei Fischen, gelingt der Nachweis bei Säugethieren, z. B. beim Hund, Kalb und der Katze. Hier konnten einzelne Nervenkugeln, in ihre Primitivfasern eingebettet, schleifenartig hervorgezogen werden, ohne daß man einer besonderen künstlichen Zerfaserung der Nervenzweige bedarf. Die sich darbietende Frage, ob eine Faser immer nur eine Kugel aufnehme oder auch mehrere hintereinander einschließe, läßt sich für jetzt nicht mit Sicherheit beantworten.

Schwankend ist Bidder's Resultat in Bezug auf einen der wichtigsten Punkte, nämlich »ob beide, sensible sowohl, als motorische Fasern, oder nur die eine Classe derselben mit solchen Kugeln ausgerüstet sei« [1]). »Am Vagus«, fährt der Verf. fort, »oder am Glossopharyngeus der Säugethiere, da beide Nerven gemischter Natur sind, und wir die in verschiedener Richtung leitenden Faserelemente derselben nicht zu unterscheiden und zu isoliren vermögen, möchte kaum eine Auskunft hierüber gewonnen werden können. Mit Rücksicht auf das Vorkommen der Ganglienkugeln in der hinteren motorischen Wurzel des Trigeminus beim Hecht dürfte vielleicht die Ansicht geltend gemacht werden, daß es die motorischen Fasern sind, welche mit den Kugeln versehen erscheinen. Wenn indessen hiergegen schon der Umstand streitet, daß rein motorische Nerven, wie etwa die Augenmuskelnerven, jetzt ebenso wenig, als bei früheren Untersuchungen, eine Spur von Ganglienkugeln auffinden ließen, so ist auch die sorgfältigere Erwägung der beim Trigeminus und Vagus des Hechts obwaltenden Verhältnisse jener Ansicht nicht günstig. An der hinteren Wurzel des Trigeminus nämlich zeigt nur diejenige Parthie, in welcher der zum Ganglion gehende Zweig noch enthalten ist, sowie dieser Zweig selbst, Kugeln; in dem ausschließlich motorischen Ast fehlen sie. Und auch am Vagus zeigen sich dieselben in größter Menge in dem starken, die Seitenmuskeln durchziehenden Ramus lateralis, der bekanntlich der Hauptsache nach ebenfalls sensibel ist. Daß indessen alle sensiblen Fasern in solcher Beziehung zu

[1]) Siehe S. 32 der Bidder'schen Schrift.

den Kugeln stehen, ist zweifelhaft und selbst unwahrscheinlich, indem, auch wenn der Trigeminus an der bezeichneten Stelle seiner ganzen Dicke nach Schritt vor Schritt untersucht wird, doch nur die Minderzahl seiner Fasern mit den Kugeln ausgestattet erscheint. Vielleicht sind nur die centripetalleitenden Elemente der Muskelnerven, die Vermittler der Muskelgefühle, mit Kugeln versehen. Jedenfalls üben aber die in den Ganglien enthaltenen Kugeln auf die Verrichtungen der durch dieselben hindurchtretenden cerebrospinalen Fasern einen Einfluß aus, wenn gleich wir einer näheren Bestimmung dieses Einflusses uns vorläufig noch zu enthalten haben. So viel indessen scheint ausgemacht, daß das Vorkommen der Ganglien an den Wurzeln der Cerebrospinalnerven, denen man in neuerer Zeit eine Beziehung zur centripetalen und centrifugalen Leitung abzusprechen genöthigt war, nun wiederum als ein anatomisches Merkmal ihrer functionellen Verschiedenheit geltend gemacht werden darf. Hiermit tritt man keineswegs den vielfachen Erfahrungen entgegen, welche die centrifugale Leitung in vielen durch Ganglien hindurchtretenden Nervenfasern dargethan haben, sondern es soll nur heißen, daß, wo in Cerebralnerven Ganglien vorhanden sind, sicherlich centripetale Fasern und möglicher Weise auch centrifugale durch die Anschwellung hindurchgehen.«

Was die voranstehenden Sätze betrifft, so glaube ich, durch meine Untersuchungen an den besser hierzu geeigneten Rochen und Haifischen ein bestimmteres Resultat erzielt zu haben. Es liegt zu Tage, daß hier das Resultat entscheidend sein mußte, weil, wie oben[1]) gezeigt wurde, hier das Ganglion ziemlich in der Mitte der hinteren Wurzel gelagert ist, und die vordere motorische Wurzel sich erst ganz entfernt davon mit der sensiblen zum Stamme des Nerven verbindet. Sowohl durch meine anatomischen, als experimentalen Untersuchungen über die Reizung der Wurzel beim Ein- und Austritt aus dem Ganglion, worauf niemals Muskelzuckung erfolgt, wurde bewiesen, daß sich hier in den Rückenmarksnerven bloß sensible oder centripetale Primitivfasern mit Ganglienkugeln combiniren. Wenn sich, wie wahrscheinlich gemacht wurde, dies gerade so bei den Hirnnerven verhält, so ist der höchst wichtige und lange gesuchte anatomische Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Primitivfasern gefunden. Es wurde dort ferner gezeigt, daß sich sowohl animale (breite) als sympathische (schmale) Fibrillen mit Ganglienkugeln combiniren. Und gerade hierauf wurde die Ansicht gegründet, daß die sympathischen Fasern nicht verschieden sind von den anderen sensiblen in Bezug auf ihr Verhältniß zu den Ganglienkörpern. Eben deßhalb wurde bestritten, daß die Ganglien Multiplicationsorgane von Fasern sind.

Was nun die letzteren Verhältnisse betrifft, so hat Bidder ein eigenes Capitel seiner vortrefflichen Schrift dem Bau der Ganglien des sympathischen Nerven gewidmet[2]). Hier stieß aber der Verf. bei der Untersuchung auf Schwierigkeiten, die ihm die Hauptfragen unerledigt ließen. Der Hecht, sonst so günstig, ließ keine Einsicht gewinnen in Bezug auf die eigentlichen sympathischen Ganglien. Aber in den Hirnnervenganglien fand Bidder schmale Fasern, in denen kleinere Ganglienkugeln

[1]) Man vergl. hier meine früheren Artikel und Tab. I. Fig. 1.
[2]) Siehe die angeführte Schrift von Bidder S. 33.

eingebettet sind, und der Verf. nimmt deßhalb, gleich Robin, ebenfalls wie bei den Fasern, so bei den Ganglienkörpern, einen durchgreifenden Größenunterschied und mithin zweierlei Classen an.

Ich habe in dem früheren Aufsatz meine etwas abweichende Ansicht angegeben, will mich aber hier gern der Meinung von Robin und Bidder anschließen, obwohl gerade die Herznerven, von denen ich weiter unten sprechen werde, nicht zu Gunsten der Robin-Bidder'schen Anschauung sich deuten lassen.

Sehr interessant war mir die Mittheilung von Bidder, indem er sagt: »Ich glaube ein paar Male gesehen zu haben, daß die beiden, mit einer Erweiterung zusammenhängenden Röhren in der Breite auffallend verschieden waren, so daß die eine als sympathische, die andere als animale Faser betrachtet werden konnte«. Dasselbe habe ich auch gesehen[1]) und abgebildet, ohne jedoch den von Bidder darauf basirten Schluß zu theilen.

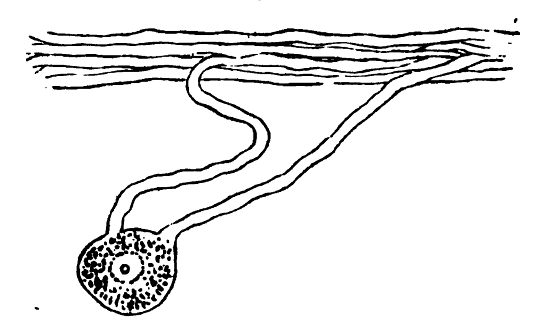
Bisher zeigte sich, trotz einiger scheinbaren Differenzen, in Bezug auf die Beobachtung eine sehr große Uebereinstimmung zwischen Bidder und mir. Ich bin übrigens überzeugt, daß dieser treffliche Forscher, wenn er meine detaillirteren Arbeiten über den Gegenstand liest, in mehreren Punkten, so weit es Deutungen und allgemeine Schlußfolgerungen betrifft, sich mir nähern wird.

In einem Punkte jedoch gehen unsere Erfahrungen auseinander, der von sehr großer Wichtigkeit, ja geradezu entscheidend ist für die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven. In der bei weitem größeren Mehrzahl der Fälle hat Bidder, ähnlich wie ich, die Faserursprünge einer Ganglienkugel von den beiden Polen derselben nach entgegengesetzten Seiten im Nervenast abgehen sehen. Er schließt hieraus mit Recht, für die dünnen, wie für die breiten Fasern, daß die eine Fibrille zum Gehirn oder Rückenmark, die andere zur Peripherie fortgeht. Es gelang aber auch Bidder, eine zweite Verbindungsweise von sympathischen Fasern mit der für die Ganglienkugel erweiterten Höhle wahrzunehmen. Mit vollständiger Sicherheit gelang es nur in wenigen Fällen zu sehen, wie die Fasern nicht von den gegenüberliegenden Polen des Hohlraums ausgingen, sondern nahe nebeneinander von dem seitlichen Umfang desselben. Andere mikroskopische Bilder waren wenigstens hiernach zu deuten. »Wenn nämlich die Kugeln nicht überhaupt ganz nackt und bloß daliegen, sondern mit den Nervenröhren noch verbunden sind, so bietet sich zwar gewöhnlich nur eine, mit der erweiterten Stelle zusammenhängende Faser dar, und indem der Contour derselben sich ununterbrochen in die Hülle der Kugel fortsetzt, kann wohl die Meinung entstehen, als sei die Kugel in dem erweiterten blinden Ende der Nervenröhre eingebettet, oder, um die bisherige Ausdrucksweise beizubehalten, als entspringe von der Ganglienkugel nur eine Nervenfaser. Aber auch an derartigen Fragmenten wird man meistentheils bei genauerer Untersuchung eine Stelle finden, welche die Spuren einer zweiten abgerissenen Faser darbietet. Aber diese Stelle liegt nicht der ganz erhaltenen Faser gegenüber, sondern ist derselben näher gerückt, was sich in einigen Fällen, in denen sich beide Fasern wohl erhalten haben, mit Sicherheit und Vollständigkeit übersehen ließ, wie nachstehende Figur[2]) zeigt.

---

[1]) Siehe oben Fig. 27—29 Tab. II. meines Artikels.

[2]) Siehe bei Bidder Tab. I. Fig. 3.



»Gerade das nahe Nebeneinanderliegen der Abgangsstellen dieser beiden Fasern macht es auch verständlich, daß gar häufig die eine von der anderen verdeckt wird, und daß nur bei gewissen Stellungen des Ganglienkörpers beide Fasern gleichzeitig mit gleicher Deutlichkeit sich dem Gesichtsfelde darbieten. Es stimmt hiermit auch überein die bekannte Erfahrung, daß man bei Untersuchung von Ganglien häufig beträchtliche Gruppen von Kugeln erblickt, deren jede einzelne in dem größten Theile ihres Umfangs frei darliegt, ohne eine Spur einer abgehenden Faser darzubieten, und nur an einer beschränkten Stelle mit der ganzen Gruppe verbunden ist. Wenn man dies und nicht mit Unrecht, zuweilen als einen Umstand hervorhob, der mit dem Entspringen der Fasern von den Kugeln nicht wohl zusammenstimme, so wird nunmehr eine genügende Erklärung dieser Erscheinung nicht schwierig sein. Dieser nach einer Seite hin erfolgende Abgang beider Fasern von der erweiterten Stelle berechtigt zu der Vermuthung, daß dieselbe auch nach einer und derselben Richtung fortgehen, und mit Rücksicht auf das Uebergewicht, welches die aus einem Ganglion austretenden Fasern über die in dasselbe eintretenden darbieten, darf man ferner erwarten, daß beide Fasern in peripherischer Richtung fortgehen und in Organe eintreten, die als vom sympathischen Nerven versorgt sich darstellen. Den ersten Theil dieser Voraussetzung empirisch zu bekräftigen, ist uns allerdings gelungen; wir haben unmittelbar beobachten können, wie zwei Fasern der erwähnten Art sich einem benachbarten Nervenbündelchen anschlossen und in derselben Richtung in demselben fortliefen; aber die Ueberzeugung, daß diese Richtung die peripherische sei, haben wir nur durch die oben angeführte Betrachtung und Berechnung zu stützen vermocht. Es ist aber einleuchtend, daß dieser nach einer Richtung erfolgende Abgang beider Fasern, die überdies ohne Zweifel mit benachbarten Fasern sich mannigfach durchflechten, ein neuer Grund für die Schwierigkeit ist, mit welcher sich aus den Ganglien Präparate darstellen lassen, die die gewünschte Auskunft über die Verhältnisse von Fasern und Kugeln in vollkommenem Maße geben. — Es wird also wenigstens von einem Theile der im sympathischen Nervensystem enthaltenen Fasern behauptet werden dürfen, daß je zwei derselben in einem Ganglion sich zu einem Bogen verbinden, dessen Spitze durch einen eingelagerten Ganglienkörper bezeichnet ist, und es wird damit die Voraussetzung verbunden werden können, daß von den beiden Schenkeln eines solchen Bogens der eine der centripetalen, der andere der centrifugalen Leitung dienen mag. Die in den Ganglien stattfindende Uebertragung der Action einer centripetalen Faser auf eine centrifugale wird durch diese schlingenförmige Umbiegung zweier Fasern in einander wohl verständlich.

Dagegen ist es nach dem bisherigen durchaus noch nicht einzusehen, wie diese Uebertragung bei Reizung eines einzigen peripherischen Punktes auf eine große Menge von motorischen Fasern möglich werde, was bekanntlich in der Sphäre des Sympathicus ebenso wie im cerebrospinalen Nervensystem der Fall sein kann, indem z. B. die Reizung eines ausgeschnittenen Froschherzens, auch nur mit einer feinen Nadelspitze, eine Contraction der ganzen Herzmusculatur hervorruft, die doch gewiß nicht von einer einzigen centrifugalen Nervenfaser beherscht wird. Mittel zu einer so ausgebreiteten Uebertragung habe ich bisher nicht finden können; selbst die von anderen Beobachtern angeführten Commissuren sind mir niemals aufgestoßen, wenn man nicht etwa das Zusammengedrängtsein der Ganglienkörper durch reichlich zwischen und um sie gelagertes Bindegewebe so nennen will. In keinem Fall wird man jedoch solchen aus Bindegewebe bestehenden Verbindungsmitteln einen so wesentlichen Antheil an den eigenthümlichen Verrichtungen der Nervensubstanz zuschreiben wollen. Hier bleibt der anatomischen Untersuchung noch Alles zu thun übrig.«

Ich habe die ganze Stelle aus Bidder's Schrift mit dessen eigenen Worten herausgehoben, weil sie von großer Wichtigkeit ist. Es würde aus diesen Untersuchungen also sich ergeben: daß neben dem Abgange von den Endpolen der Ganglienkugeln mit Fasern nach Centrum und Peripherie auch andere Ganglienkugeln vorkommen, deren dicht beisammen entspringende Fasern nur nach einer Richtung, wahrscheinlich nach der Peripherie, abgehen.

Einseitige Fasern, d. h. Ganglienkörper mit einem einfachen Faserursprung, scheint Bidder nicht gesehen zu haben, und wo er dies fand, nimmt er, wie ich[1], an, daß die eine Faser abgerissen ist. Diese Ansicht hält dagegen Volkmann wieder fest[2]. Er sagt, daß man überaus selten in den Ganglien des Frosches Kugeln mit zwei Faseranhängen auf der entgegengesetzten Seite wahrnehme. Fast alle gestielten Kugeln ließen nun einen Stiel erkennen ohne Spur eines Abgerissenseins auf der anderen Seite. Als Ergebniß der Untersuchungen von Hannover, Will, Kölliker und Harleß betrachtet auch Volkmann: daß Kugeln mit einseitigem Faserschenkel wahrscheinlich ebenfalls vorkommen. Ebenso hält Volkmann für möglich, daß mit dem von mir beschriebenen doppelten Faserursprung eine Faservermehrung vollkommen vereinbar sei. Beide Enden könnten doch in einen austretenden Ast eindringen und mithin peripherisch verlaufen.

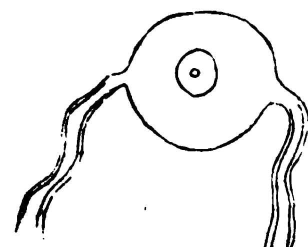
Meine gemeinschaftlich mit Frey und Leuckart angestellten Untersuchungen, um über mehrere der berührten Verhältnisse in's Klare zu kommen, konnten leider nicht an den passendsten Thieren angestellt werden. Binnen mehreren Wochen im November konnte ich mir von Fischen nur Karpfen verschaffen. Diese sind aber zum Nachweise der Faserursprünge und Ganglien ganz ungeeignet. Weit besser gelang es uns an einer ganz kleinen Cyprinusart, die wir in wenigen Exemplaren erhielten, und deren systematische Bestimmung versäumt wurde. Von Säugethieren erwies sich die Katze ziemlich geeignet. Es kommen doppelte Faserursprünge an beiden Polen vor. Frey stellte auch aus dem Ganglion Gasseri mehre Präparate

---

[1] Neue Untersuchungen u. s. w. Fig. VII. Handwörterbuch Bd. III. Abth. 1. S. 391.

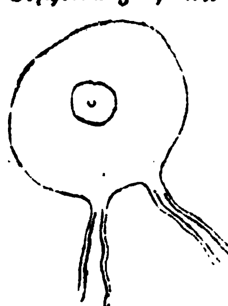
[2] Im Anhange zu Bidder's Schrift S. 68.

auf, wo, wie in der folgenden Figur, die beiden Nervenprimitivfasern nach einer Seite zu entsprangen, ohne daß man aber dieselben weiter verfolgen und ihren Verlauf ermitteln konnte. Es waren mitteldicke Fasern, welche eher zu den cerebrospinalen, als zu den sympathischen gerechnet werden konnten. Weit schwieriger und nicht entscheidbar ist die Sache beim Frosch.



Ich habe schon früher erwähnt, daß ich auch zuweilen bei Torpedo Ganglienkörper antraf, wo beide Fasern nicht ganz den Polen entsprechend entsprangen, oder doch so, daß die Erweiterung für die Ganglienkugel asymmetrisch nach einer Seite beträchtlich stärker war[1]). Immer aber strichen doch beide Fasern nach entgegengesetzter Richtung.

Zweifelhafter war dies in seltenen Fällen, wo nach starker Zerfaserung mit den Nadeln die Ganglienkörper und Faserursprünge in sehr verwirrte Lage auf der Glasplatte gekommen waren. Hier kommen zuweilen Erscheinungen, wie die folgende, vor, welche man mit Volkmann so deuten könnte, daß beide Fasern, trotz ihres Ursprungs von den Polen, nach einer Richtung, etwa nach der Peripherie, verlaufen. Indeß gegen die überaus zahlreichen Fälle, wo die peripherische und centrale Richtung selbst bei solchen, anscheinend differenten Präparaten, constatirt wurde, verschwanden diese Ausnahmen.



Meine Gründe gegen den peripherischen Verlauf dieser beiden Fasern oder überhaupt gegen die einseitige Richtung derselben sind aber folgende:

1. Kommen jedenfalls die Fälle, wo auch nur der Anschein vorhanden ist, viel zu selten vor.

2. Gerade wenn die Ganglien Centralorgane sind und ein Schenkel etwa ein centripetaler, der andere ein centrifugaler sein soll, auf welchen letzteren der Eindruck des ersteren mittelst des Ganglienkörpers reflectirt würde, müßten diese Wahrnehmungen viel häufiger sein.

3. Fehlt der vollgültige anatomische Beweis, welcher nur dadurch hergestellt werden kann, daß man zeigt, daß beide Fasern wirklich nach einer Richtung hin verlaufen, was bei einer größeren Anzahl von Fasern, wo sich die eine unter der anderen versteckt, außerordentlich schwierig ist.

Indeß will ich den Werth der von Volkmann geltend gemachten Gründe und Untersuchungen nicht gering achten, und ich bekenne, daß hier sowohl anatomische, als physiologische Thatsachen vorhanden sind, welche den von mir aufgestellten Ansichten noch einigermaßen entgegenstehen.

Volkmann und Bidder fanden nämlich[2]):

1. Daß in den von ihnen untersuchten Fällen das Verhältniß der feinen Fasern zu den dicken in den austretenden Nerven ein anderes ist, als in den eintretenden. Oft wiederholte sorgfältige Zählungen der beiden Faserarten ergaben, daß in manchen Fällen enorm viel mehr feine

---

[1]) Siehe die Schrift: Neue Untersuchungen u. s. w. Fig. VI. *

[2]) Bidder's Schrift S. 66, wo Volkmann beide Argumente nach den gemeinsamen früheren Untersuchungen recapitulirt.

Fasern auf der austretenden als auf der eintretenden Seite des Nerven liegen, und es zeigte sich die Unstatthaftigkeit der Annahme, daß dieses Plus von feinen Fasern auf einer Verdünnung der in das Ganglion getretenen dicken beruhe.

2. Bei einigen Thieren sind die austretenden Aeste eines Ganglions überaus viel dicker, als die eintretenden Wurzeln. Diese Verdickung konnte aber nur auf Faservermehrung bezogen werden, da sich fremdartige Elemente in den austretenden Zweigen in nicht größerer Menge, als in den eintretenden fanden, und da die Faserelemente der ersteren nicht dicker, sondern im Gegentheil beträchtlich dünner waren, als die letzteren.

Ich müßte hier wieder alle meine in dem früheren Artikel besprochenen Untersuchungen anführen, wenn ich weiter auf diese anatomischen Differenzen eingehen wollte. Andere Forscher mögen entscheiden.

Ebenso gestehe ich gern zu, daß manche physiologische Thatsachen durch Annahme eines eigenen sympathischen Nerven, mit Ganglien als Centralorgane, sich leichter erklären lassen, als durch die von mir aufgestellten Verhältnisse.

Entweder, es führen die von mir aufgefundenen Thatsachen zu einer ganz neuen Theorie der Mechanik der Nerven, soweit Ganglien dabei in Betracht kommen, oder, es löst sich der Widerspruch in einer ähnlichen Weise, wie in Bezug auf die Endigung der Nerven.

Aber was ist nicht bei der Dunkelheit, in der wir uns in der Nervenphysiologie befinden, noch alles möglich?

Zeigt nicht der Weber'sche Versuch, wonach Stillstand des Herzens auf Anwendung des magneto-elektrischen Rotationsapparates auf beide Vagi oder auf das verlängerte Mark eintritt, in eine bisher noch völlige unergründliche Tiefe?

Der voranstehende Aufsatz von Budge beweist, wie wir trotz der zahlreichsten Experimente und der interessantesten constatirten Thatsachen doch über den Grund der Herzbewegung, über das Verhältniß derselben zum Nervensystem, noch völlig im Unklaren sind.

Ich stimme mit Weber und Budge, nach Wiederholung von deren Versuchen am Kaninchen und Frosch, völlig überein.

Es ist gewiß, daß das Herz stillsteht, wenn man das verlängerte Mark einem discontuirlichen elektrischen Strome aussetzt.

Aber für eben so sicher halte ich, daß die Herzbewegung vermehrt wird, wenn man das verlängerte Mark, nach Entfernung von großem und kleinem Gehirn, mit einer Nadel reizt. Ich habe dies beim Kaninchen, wenn auch nicht immer, doch so oft gesehen, daß ich die sehr stark vermehrte Herzbewegung als Folge der mechanischen Reizung betrachten muß [1]).

Ebenso sicher aber entsteht Stillstand der Herzbewegung im ausgeschnittenen Froschherzen, das noch lebhaft pulsirte, wenn man wässerige Opiumsolution auf die innere Fläche bringt.

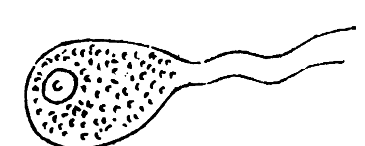
Vermehrte Bewegung des ausgeschnittenen Froschherzens tritt aber auf mechanische Reizung fast aller seiner materiellen Punkte ein. Rasch vermehrt sich der Herzschlag, wenn man das Herz in ein Uhrglas bringt und dieses im Handteller erwärmt.

---

[1]) Siehe die Anmerkung 8 zu §. 449 meines Lehrbuchs der Physiologie. 3. Aufl. S. 544.

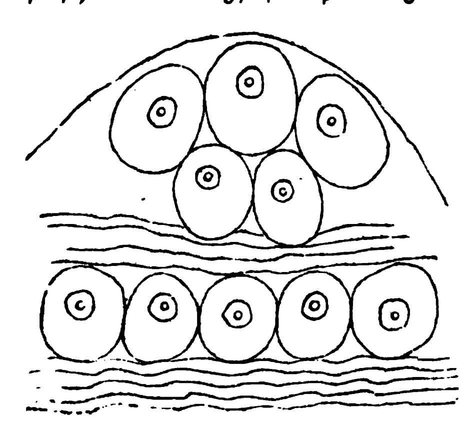
Alle diese Erscheinungen entbehren einer sicheren Erklärung, und namentlich ist der Mechanismus der Nervenbahn des Herzens bisher ganz unzugänglich geblieben.

Schneidet man die Vorhöfe von der Kammer ab und spannt man sie mit Nadeln, wenn auch ziemlich straff, aus, so sieht man gewöhnlich, auch beim Begießen mit kaltem Wasser, eine kleine beschränkte Stelle, wo die Pulsation am längsten dauert oder allein noch vorhanden ist. Diese Stelle entspricht aber fast immer dem starken Aste des Ramus cardiacus des vagus, da wo er die meisten Ganglienkugeln enthält. Man ist ziemlich sicher, beim Ausschneiden der pulsirenden Stelle den Nerven mit der Hauptganglienpartbie auf der Glasplatte des Mikroskops zugleich mit den so schön geordneten Muskelbündeln zu haben. Nichts ist aber schwieriger, als diese Nerven zu zerfasern. Schon ungefasert sieht man, daß die Ganglienkugeln in sehr starke Kapseln eingeschlossen sind. Zuweilen scheint es, als wären mehrere (namentlich öfter zwei) Ganglienkörper in eine Kapsel eingeschlossen. Einzelne ragen am Rande stark vor. Gelingt es, sie loszulösen, so sieht man zuweilen deutlich Faserursprünge. Allerdings ist es uns unter sehr zahlreichen und mühevollen Versuchen beim Zerfasern kaum ein Dutzend Mal gelungen, Faserursprünge wahrzunehmen. In einem Falle aber, den Dr. Frey fand, zeigten sich drei Ganglienkugeln dicht beisammen, alle mit Faserursprüngen. Immer aber war der Faserursprung nur einseitig, an einem Pol der ovalen Zelle, wie in nachstehender Figur.



Dem entgegenstehenden Pol lag der Kern mit dem Kernkörperchen nahe, und es schien, als wenn die Hülle hier ganz herum ginge.

Ist dies wirklich der Fall, hat keine Abreißung statt gefunden, so wäre das Froschherz das einzige Gebilde, wo es mir bis jetzt nie gelang, doppelte Faserursprünge wahrzunehmen, und wir hätten hier jenes Verhältniß des einseitigen Ursprungs, dessen Volkmann gedenkt. Innerhalb des Verlaufs des unzerfaserten Nerven schien es allerdings zuweilen, als entsprängen Fibrillen an beiden Polen. Aber eine Ansicht, auf diese Weise gewonnen, ist immer zu unsicher, weil nie klar genug. Uebrigens ist die Lagerung der $\frac{1}{35}$—$\frac{1}{50}$ Linie großen Ganglien oft sehr merkwürdig, so daß man gar nicht absehen kann, wie das Verhältniß des Faserverlaufs zu den Ganglienkörpern sein mag. In nebenstehender halbschematischer Figur ist dies darzustellen versucht. Merkwürdig sind überhaupt auch die Verhältnisse der Fasern. Sie scheinen durchgängig zu den schmalen zu gehören, und das Mark der Fibrille mißt $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{600}$ Linie; sie scheinen aber eine sehr dicke Hülle zu haben, und betrachtet man die Faserursprünge an der Ganglienzelle, wie in der obigen



Figur, so glaubt man breite Fasern vor sich zu haben. Von Nervenendigungen ist auch gar Nichts wahrzunehmen. Andere feinkörnige und Kernelemente, wo ich sie im Ganglion gastricum des Zitterrochens sah, habe ich in den Ganglien des Froschherzens nicht wahrgenommen.

So fragmentar diese Beobachtungen sind, so wollte ich sie doch hier den Aufsätzen beifügen, wo die Gegenstände zur Sprache kommen, die für die nächste Zukunft im ganzen Gebiete der Nervenphysik das größte Interesse darbieten. Ich theile Budge's Ansicht, daß die Lösung der Aufgabe oder der Anfang der Lösung in den anatomischen Thatsachen gesucht werden muß, und diese Erforschung der anatomischen Thatsachen, füge ich hinzu, muß vor Allem auf das Herz gerichtet sein, wo, ich bin es fest überzeugt, der Schlussel für alle Motive der Bewegungen, die vom Nervensystem ausgehen, liegt. Für das nächste Incitament der Herznerven halte ich mit Budge das Blut. Auch auf den Bau der Muskelfasern muß die Untersuchung gerichtet sein. Denn irre ich nicht, so kommt auch hier eine Combination von quergestreiften und glatten Muskelfasern oder gar eine Mittelbildung vor.

Ich will nicht auf die anderen in Bidder's Schrift weiter besprochenen Momente eingehen. Nur so viel sei bemerkt, daß meine Erfahrungen mit den seinigen in Bezug auf Gehirn und Rückenmark sehr übereinstimmen. Dasselbe kann ich sagen von Todd's und Bowman's vortrefflichen Darstellungen der Nervenphysiologie[1]. Bidder spricht ebenfalls seine Zweifel aus über die Richtigkeit von Harleß' Angaben, wornach in den Zellen des elektrischen Lappens die Primitivfasern vom Kern entspringen sollen. Ich bemerke hier, daß meine Untersuchungen nicht zufällig auf Torpedo fielen, sondern daß ich planmäßig mir dies Object wählte. Wenige Wochen vor dem Ausbruche der schweren Krankheit, die mich nach Italien zu gehen veranlaßte, ermahnte ich Dr. Harleß, bei seiner beabsichtigten Reise nach Triest hierauf sein Augenmerk zu richten.

Noch ein Wort über Nervenendigung. Mit Frey und Leuckart war ich in der letzten Zeit bemüht, die Endigung der sensiblen Fasern aufzusuchen. Am glücklichsten waren wir noch in den Zahnsäckchen junger Kaninchen. Hier schien es allerdings, als kämen Schlingen mit sehr engen Schenkeln vor. Nur einmal aber war eine Schlinge unzweifelhaft in einem von Dr. Frey aufgestellten Präparate. Die Theilung der Primitivfasern aber fanden wir in Säugethier-, Frosch- und Fischmuskeln, wie sie in dem früheren Artikel beschrieben wurden.

---

[1]) Todd und Bowman's treffliche Physiological anatomy and physiology of man erhielt ich erst vor wenigen Wochen. Sehr interessant waren mir die Fig. 56 S. 214 gegebene Figuren von Ganglienkörpern und Primitivfasern aus der graublauen Substanz zwischen Gehirnschenkel und Haube. Man wird eine überraschende Uebereinstimmung finden mit den von mir gegebenen Figuren Tab. III. von Ganglienkörpern und Primitivfasern aus dem elektrischen Lappen des Zitterrochens. Ich füge noch bei der Revision des Bogens hinzu, daß Untersuchungen am menschlichen Gehirn mir bei den Ganglienkörpern der corpora dentata olivae und cerebelli Anschauungen gewährten, welche sehr an die (freilich viel klareren) im elektrischen Lappen erinnerten. — Ebenso haben wir in einem Fall in den Herznerven des Frosches deutlich den doppelten Ursprung von Primitivfasern von einer Ganglienzelle gesehen. — Deutlich sah ich ferner (bei guter Beleuchtung) die Theilung der Fibrillen in der Nickhaut des Frosches und Prof. Ecker in Basel schreibt mir, daß er Theilungen in organischen Muskeln (Magen des Kaninchens und Frosches) gesehen habe.

Rud. Wagner.

Synovia.
(Gelenkflüssigkeit.)

Die Synovialkapseln der Gelenke reihen sich anatomisch in jeder Beziehung den serösen Häuten an. Eine mit Epithelium überzogene Bindegewebschicht umhüllt die in die Gelenkhöhle vorspringenden Bänder, Fettläppchen und Zwischenknorpel, fehlt aber nach neueren Untersuchungen auf den Gelenküberzügen der Knochen.

Die Epithelialschicht der Gelenkhäute zeichnet sich vor derjenigen, welche die übrigen serösen Membranen bekleidet, durch ihre größere Dicke aus. Während Pleura, Peritoneum, Pericardium u. s. w. von einer, dem vertikalen Durchmesser der Zellen entsprechenden, $\frac{1}{1400}$—$\frac{1}{1000}$''' dicken Schicht überzogen sind, beträgt der Durchmesser derselben auf Synovialmembranen $\frac{1}{120}$—$\frac{1}{100}$'''. Die Zellen liegen hier, wie auf den Schleimhäuten in mehrfachen, verschiedenen Entwicklungsstufen angehörigen Schichten über einander, oben platte, unregelmäßig polyedrisch gestaltete Zellen, nur zum Theil mit deutlichem Kern; sodann rundliche Zellen von $\frac{1}{250}$—$\frac{1}{200}$''' im Dm.; endlich Kerne von $\frac{1}{500}$—$\frac{1}{300}$'''.

Drüsige Organe auch der einfachsten Art lassen sich in der Gelenkhöhle nirgend nachweisen. Die von den Alten beschriebenen Glandulae Haversianae bieten bei genauerer Untersuchung nur die histologischen Elemente des Fettzellgewebes, Fettcysten und Bindegewebe, aber keine Spuren der den Drüsen zukommenden Formgebilde dar. Ein Secretionsprozeß im engern Sinne des Worts, zu welchem ein complicirterer Apparat unerläßlich ist, findet daher in den Gelenkkapseln nicht Statt. Die Synovialmembranen sind, wie alle serösen Häute, ihren anatomischen Verhältnissen nach bloß für jene einfache Transsudation berechnet, welche abhängig ist von der Porosität der Gefäßwandungen, und modificirt wird durch den Tonus derselben, durch die Concentration der Blutflüssigkeit, sowie durch den Druck der Blutsäule und den diesen compensirenden Gegendruck von Seiten der Contenta der serösen Höhlen. Dennoch unterscheidet sich die Flüssigkeit der Gelenkhäute in mehrfacher Beziehung von allen übrigen serösen Feuchtigkeiten.

Die Synovia ist ein klares, farbloses oder gelblich gefärbtes Liquidum von schleimiger, fadenziehender Consistenz und alcalischer Reaction. Mit bloßen Augen gewahrt man in ihr außer einzelnen weißen Flöckchen keine weiteren Formbestandtheile. Bei der mikroscopischen Untersuchung zeigen sich abgestoßene Theile des Epithelialüberzugs der Kapsel in verschiedenen Stadien der Entwicklung und Rückbildung: als längliche oder unregelmäßig polyedrische, glatte Zellen, meistens mit granulirtem Kern, theils einzeln, theils zu größeren Lamellen, den eben erwähnten Flöckchen, vereinigt; ferner runde Zellen von $\frac{1}{200}$''' im Dm., endlich Kernbildungen von $\frac{1}{500}$—$\frac{1}{300}$''' im Dm., welche in ihren Eigenschaften mit den s. g. Schleim- oder

Speichelkörperchen übereinkommen. Die Menge und Beschaffenheit dieser Formbestandtheile, sowie die zum Theil von ihnen abhängigen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Synovia wechseln, wie wir weiter unten sehen werden, je nachdem das Gelenk längere Zeit ruhete oder zur Bewegung verwandt wurde.

Die chemische Natur der Synovia wurde bereits vor längerer Zeit von Margueron, Vauquelin, Bostock[1]), John, Lassaigne und Boissel[2]) untersucht. In unsern Tagen schenkte man ihr wenig Aufmerksamkeit, sondern begnügte sich damit, die Angaben jener Forscher, welche Eiweiß, Extractivstoffe, Chlornatrium, kohlensaures Natron, kohlensauren und phosphorsauren Kalk gefunden hatten, zu wiederholen, obgleich das von allen übrigen serösen Flüssigkeiten abweichende Verhältniß der organischen Stoffe zu den Salzen, sowie die aus der Menge des Eiweißes nicht zu erklärende fadenziehende, schleimige Consistenz längst zu einer genaueren Untersuchung hätten auffordern sollen, um so mehr, als die einfachen Verhältnisse, wie sie bei flächenhaft ausgebreiteten Absonderungsorganen vorliegen, für den Mechanismus des Sekretionsprocesses im Allgemeinen manche Aufklärung versprechen.

Außer Eiweiß, Extractivstoffen und Fett, sowie den gewöhnlichen Salzen des Blutserums, Chlornatrium, phosphorsaurem und schwefelsaurem Natron[3]) nebst kohlensaurem Kalk und Erdphosphaten enthält die Synovia, als Ursache der klebrigen Beschaffenheit, eine mit dem Schleimstoff in ihrem chemischen Verhalten übereinkommende Materie, deren Vorhandensein in einer, aller drüsigen Organe entbehrenden, serösen Höhle von einigem physiologischen Interesse ist.

Die Synovialflüssigkeit giebt mit Essigsäure versetzt einen, im Ueberschuß dieser Säure unlöslichen, weißen Niederschlag. Kocht man, um das die Reactionen störende Eiweiß zu entfernen, die Flüssigkeit auf, so erhält man ein wegen seiner schleimigen Beschaffenheit schwer durchlaufendes Filtrat, welches ebenfalls durch Essigsäure gefällt wird, ohne sich im Ueberschuß zu lösen. Das essigsaure Präcipitat löst sich aber in der Regel auf Zusatz von Salpetersäure und Salzsäure; die chlorwasserstoffsaure Lösung wird durch Kaliumeisencyanür nicht gefällt. Außerdem wird die Flüssigkeit gefällt durch Alkohol, Alaun, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd. Es kommt also die Substanz in ihren Reactionen vollkommen mit dem von Scherer (Wöhler's und Liebig's Annal. Bd. 57. S. 196) beschriebenen flüssigen Schleimstoff überein. Setzt man zur frischen Synovia einen Ueberschuß von Essigsäure, so bildet sich ein faseriges, weißes Gerinnsel, welches sich leicht zusammenballt. Man kann es herausnehmen, mit destillirtem Wasser auswaschen, und auf diese Weise den Schleimstoff nebst den Epithelialgebilden quantitativ bestimmen.

Wir haben hier also seröse Häute, welche Schleim absondern, ein Paradoxon, das sich auf einfache Weise aufklären läßt.

Zur Erklärung der Entstehungsweise des Schleimstoffs in der Synovia können nicht, wie bei den Schleimhäuten, drüsige Organe in Anspruch ge-

1) Meckel's Archiv IV. 607.

2) L. Gmelin's Chemie II. 1632.

3) Phosphorsaures und schwefelsaures Alkali ließ sich in allen Fällen nachweisen. Die älteren Chemiker, namentlich Vauquelin (Journ. de pharm. T. III. p. 289) stellen die Anwesenheit beider in Abrede.

nommen werden, weil diese sich nicht nachweisen lassen. Daß derselbe ebenso wenig auf einfache Transsudation zurückgeführt werden könne, versteht sich von selbst. Als Quelle der Schleimbildung erweist sich hier der Epithelialüberzug der Gelenkkapsel, dessen Elemente sich beim Gebrauch fortwährend abstoßen und allmählig in dem alkalischen Serum auflösen. Am Längsten widerstehen die Zellenkerne, von welchen daher constant eine große Menge in der Synovia vorhanden ist. Die Auflösung der Epithelialzellen wird sehr befördert durch die beständige Reibung, welche die glatten Gelenkenden der Knochen auf alle zwischen ihnen liegende Theile ausüben. Sie geht indeß, wie wir sogleich sehen werden, auch in einfachen serösen Cysten vor sich, wo die Reibung nicht mitwirken kann.

Den eben beschriebenen Prozeß der Schleimbildung kann man künstlich nachmachen, wenn man Epidermis in verdünnter Kalilauge auflöst. Man erhält auf diese Weise, besonders wenn man einen zu großen Ueberschuß von Alkali vermeidet, eine Solution, welche die charakteristischen Reactionen des flüssigen Schleimstoffs wahrnehmen läßt. Die Unterschiede der elementaren Zusammensetzung von Epithelium und Schleimstoff stehen mit der eben vorgetragenen Ansicht keineswegs im Widerspruch. Das Epithelium ist nämlich nicht, wie der Schleimstoff, eine einfache gleichartige Substanz, sondern dasselbe besteht wenigstens aus drei chemisch verschiedenen Materien (Zellenkerne, Zelleninhalt und Zellenwand), welche bei der Elementaranalyse nicht gesondert werden können, von denen sich aber nachweisen läßt, daß sie nicht alle zur Bildung des Schleimstoffs beitragen. Von den Zellenkernen wurde bereits erwähnt, daß sie daran nicht Theil nehmen, sondern lange der auflösenden Kraft der serösen Flüssigkeit Widerstand leisten. Ueber das Verhalten des Zelleninhalts läßt sich Nichts angeben, weil wir dessen chemische Natur nicht mit Bestimmtheit kennen. Wahrscheinlich besteht er jedoch aus einem eiweißartigen Stoffe. Es bleibt also für die Schleimbildung bloß die Zellenwand übrig, deren elementare Zusammensetzung jedenfalls von der der vollständigen Zelle verschieden ist. Außerdem kann die Scherersche Analyse, welche den Schleim aus einem pathologisch gebildeten Sack zwischen Luft- und Speiseröhre betraf, nicht als Norm für alle Schleimarten gelten. Vielmehr ist gewiß, daß, wie die physikalischen Eigenschaften, so auch die chemische Zusammensetzung des Schleims wechseln wird, je nach der Ausbildung, welche die Epithelien, deren Auflösung das Bildungsmaterial desselben liefert, erreichen. Die Epithelien durchlaufen, den morphologischen entsprechende, chemische Entwicklungsstadien von der eiweißartigen Substanz des Blastems bis zum Hornstoff der abgeplatteten Zelle, was sich auch in ihrem Verhalten gegen Essigsäure ausspricht. Während nämlich die jungen Zellen durch diese Säure bis auf den Kern aufgelöst werden, die Mittelstufen wenigstens erblassen, werden die alten abgeplatteten Formationen durch dieselbe gar nicht verändert. Je nach der Entwicklungsstufe, in welcher die Zellen abgestoßen und aufgelöst werden, wird daher auch die chemische Zusammensetzung des Schleims sich ändern; es wird ebenso viele allmählig in einander übergehende Arten von Schleim geben, als es Entwicklungsstadien der Epithelialbildungen giebt.

Daß in dem Cavum anderer seröser Höhlen, wie des Bauch- und Brustfells, kein ähnlicher Vorgang beobachtet wird, erklärt sich aus der geringen Intensität der Epithelialproduction, die hier eine einfache Schicht bildet, während die einer beständigen Reibung ausgesetzten Gelenkhäute

von einem zehn Mal so dicken, einer fortwährenden Abstoßung und Erneuerung ausgesetzten Lager bekleidet sind. Wir werden weiter unten sehen, daß die Synovia um so wässeriger und den übrigen serösen Flüssigkeiten ähnlicher wird, je mehr das Gelenk ruht, und die Abstoßung des Epitheliums verzögert wird.

Ganz in der beschriebenen Weise entsteht eine dem Schleimstoff analoge Materie in pathologischen Kysten, wie sie in der Substanz der Unterlippe, der Nieren, im Unterhautzellgewebe, besonders aber in großer Ausdehnung in den Ovarien beobachtet werden. Die Epithelien, welche die innere Fläche derselben bekleiden, lösen sich allmählig in dem alkalischen, salzreichen Serum, und theilen demselben jene schleimige, fadenziehende Beschaffenheit mit, welche Veranlassung gab, diese Neubildungen Gummi- oder Honiggeschwülste (Meliceris), Colloidkysten zu nennen. Daß auch hier die von Hogdkin (Med. chirurg. Transact. vol. 15) angenommenen drüsigen Organe nicht existiren, ist durch neuere Untersuchungen hinreichend erwiesen[1]).

Eine zweite Eigenthümlichkeit, welche das Secret der Gelenkhäute von anderen serösen Ausschwitzungen unterscheidet, ist die größere Menge, in welcher dasselbe abgesondert wird. Die Pleurasäcke und die Bauchhöhle enthalten im Normalzustande eine weit geringere Quantität Flüssigkeit, als das Kniegelenk. Es hängt dies von dem weniger gleichmäßigen Gegendruck ab, welcher von Seiten der Gelenkhöhle den Gefäßwandungen gegenübersteht. Während die nur Weichtheile enthaltenden und zum größten Theil von Muskelwänden umgebenen übrigen serösen Höhlen jeden Augenblick genau ihrem Inhalt sich anpassen und keinen Raum für wässerige Ergüsse dulden, ist die Gelenkhöhle mit harten, knöchernen, ihre gegenseitige Stellung mannigfach wechselnden Contentis und mit Wandungen, welche ihre Spannung größtentheils tendinösen Fortsetzungen von Muskeln verdanken, deren Function abwechselnde Contraction und Erschlaffung erheischt, viel weniger im Stande, diesen gleichmäßigen Gegendruck zu leisten.

Eine dritte Eigenthümlichkeit, die in dem ungewöhnlichen Verhältniß der Salze zu dem organischen Stoffe besteht, auf welche schon Valentin, sich auf die Analyse von John stützend, aufmerksam machte, findet in dem von jenem Forscher angegebenen Grade nicht Statt. Geringere Schwankungen, welche wirklich vorhanden sind, werden weiter unten ihre Erklärung finden.

Was die relative Menge der einzelnen Bestandtheile der Synovia betrifft, so ist dieselbe, sowie die Gesammtmenge dieser Flüssigkeit, sehr verschieden, je nachdem das Gelenk längere Zeit im Zustande der Ruhe sich befand, oder zu anstrengenden Bewegungen verwandt wurde. Thiere, welche längere Zeit im Stalle gehalten wurden und Neugeborne haben constant in ihren Gelenkhöhlen eine viel bedeutendere Quantität Synovialflüssigkeit, als solche, die sich frei bewegen konnten oder, wie die Pferde, zu angestrengten Arbeiten angehalten wurden. Die Synovia ist im ersteren Falle farblos, wenig klebrig, arm an Zellenkernen, während vollständige Epithelialplatten verhältnißmäßig häufig darin vorkommen. Die Menge des Schleimstoffs ist aus diesem Grunde gering. Das Verhältniß der Salze zu den organischen

1) Vergl. meine Abhandlung über Gallert- oder Colloidgeschwülste. Göttingen 1847. S. 48.

Stoffen ist dasselbe, wie in anderen serösen Ergießungen. Die Gesammtmenge der Flüssigkeit ist groß; sie übersteigt die, welche unter entgegengesetzten Umständen gebildet wird, wenigstens um das Doppelte.

Die Synovia eines neugebornen Kalbes enthält in 1000 Theilen:

Wasser	965,68
Feste Bestandtheile	34,32
Schleimstoff mit Epithelium	3,26
Fett	0,56
Eiweiß und extract. Mat.	19,90
Chlornatrum basisch phosphorf. und schwefelf. Alkali, kohlens. Kalk nebst Erdphosphaten	10,60

Die Synovia eines längere Zeit auf dem Stalle gemästeten Ochsen enthielt in 1000 Theilen:

Wasser	969,90
Feste Bestandtheile	30,10
Schleimstoff nebst Epithelium	2,40
Fett	0,62
Eiweiß und extract. Mat.	15,76
Salze	11,32

In einem anderen Falle derselben Art waren nur 28,64 p. m. feste Bestandtheile vorhanden, von denen 10,02 aus feuerfesten Salzen bestanden.

Die beträchtliche Vermehrung der Synovialabsonderung im Zustande der Ruhe glaube ich aus der, wegen Unthätigkeit der Muskeln verminderten Spannung der Gelenkkapseln erklären zu müssen. Die Abnahme des Schleimstoffgehalts findet in der während der Ruhe verzögerten Abstoßung des Epitheliums ihre Begründung.

Die Gelenkflüssigkeit von Thieren, welche sich frei bewegen konnten, ist in weit geringerer Menge vorhanden. Sie ist gelb gefärbt, dickflüssiger und klebriger, an Zellenkernen (Schleimkörperchen) reicher, ärmer dagegen an vollständigen Epithelialplättchen. Die Menge der Salze in Vergleich mit der der organischen Stoffe ist geringer, als in den übrigen serösen Flüssigkeiten. Die Quantität der festen Bestandtheile überhaupt ist vermehrt, insbesondere hat der Schleimstoff zugenommen.

Synovia von Ochsen, welche den ganzen Sommer auf der Weide zugebracht hatten, enthielt in 1000 Theilen:

Wasser	948,54
Feste Bestandtheile	51,46
Schleimstoff und Epith.	5,60
Fett	0,76
Eiweiß und extract. Mater.	35,12
Salze	9,98

In einem andern Falle betrug die Menge der festen Bestandtheile 53,70 p. m., von welchen 10,54 auf die Salze kommen.

Die Synovia von Pferden wurde durch John untersucht. Derselbe fand in 100 Theilen:

Wasser	92,8
Eiweiß	6,4
Nicht gerinnbare thierische Substanz mit kohlens. und salzsaurem Natron . . .	0,6
Phosphors. Kalk . . .	0,15
Spuren von Ammoniaksalz und phosphors. Natron .	
	99,95

Das Verhältniß der Salze zu den organischen Stoffen, welches in der Synovia der ersten Art = 1 : 3 war, ist hier auf 1 : 5 gefallen, eine Abnahme, die sich aus der vermehrten Abstoßung des salzarmen Epitheliums erklären läßt [1]. Die letztere, welche ihrerseits durch die verstärkte Reibung bei den Bewegungen bedingt wird, ist zugleich die Ursache der vermehrten Schleimbildung und Klebrigkeit. Daß der letzteren Eigenschaft die Synovia vorzugsweise ihren Werth als Schmiermittel verdankt, läßt sich nach den Erfahrungen, welche die Mechaniker hierüber machten, nicht bezweifeln. Die Dünnflüssigkeit der Gelenkschmiere, welche nach langer Ruhe sich constant einstellt, möchte daher eine mitwirkende Ursache der Steifheit und Schmerzhaftigkeit sein, welche Kranke, die längere Zeit bettlägerig waren, bei ihren ersten Gehversuchen in den Gelenken spüren.

Die allgemeinen Resultate, die sich aus dem Vorstehenden ergeben, lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Es giebt seröse Häute, die Schleim secerniren.
2) Die Bildung des Schleims kann ohne drüsige Organe vor sich gehen.
3) Sie wird vermittelt durch die Auflösung der abgestoßenen Epithelien in dem alkalischen Serum.
4) Die Zusammensetzung des Schleims ist verschieden, je nach der Entwicklung der Epithelien. Es giebt eben so viele Schleimarten als es Entwicklungsstadien der Epithelialzellen giebt.

F. Th. Frerichs.

---

1) In der Analyse von John, deren Genauigkeit jedoch in Zweifel gezogen werden muß, weil die schwefelsauren Verbindungen ganz übersehen wurden, ist das Verhältniß noch niedriger als 1 : 9.

Temperament,
Physiognomik und Cranioskopie.

Auf dem noch so dunklen Gebiet des thierischen Magnetismus, dessen wahre Erscheinungen von bewußten und unbewußten Täuschungen vielfach umsponnen auftreten, sind die glaubwürdigsten Erfahrungen die, welche uns von einem Rapport zwischen Magnetiseur und Magnetisirten berichten; wobei eine Anziehungskraft zwischen beiden wirkt, deren Wesen oder Grund zu erforschen noch nicht gelungen, bis jetzt nur unter dem der äußern Erscheinung nach analogem Begriff des physikalischen Magnetismus subsumirt und mit dem Namen des thierischen Magnetismus belegt worden ist.

Die Art und Weise, diesen Rapport herzustellen, die Möglichkeit, ihn unter gewissen Bedingungen willkührlich hervorzurufen, hat längst schon die Aufmerksamkeit der Aerzte auf sich gezogen, aber leider bis jetzt die Gemüther, in den Zauber des Wunderbaren und Unbegreiflichen gebannt, mehr zu trüglichen Phantasien als gründlicher Forschung angetrieben. Freilich selbst der Weg, welchen diese einzuschlagen hat, ist der Zeit noch schwer anzugeben, wo uns die Nervenphysiologie, obwohl im Verlauf der letzten Decennien durch die mannichfachsten Entdeckungen bereichert, nicht einmal Aufschluß geben kann, wie die Nerven innerhalb des abgeschlossenen einzelnen Organismus über ihre anatomische Grenze hinaus wirken, was doch offenbar bei dem Mißverhältniß der Ausdehnung empfindender Flächen mit der Masse empfindender Nerven, und der Menge contractiler Fasern mit der Menge motorischer Nerven stattfinden muß. Wie weit bei solchem magnetischen Wechselverhältniß zweier Individuen der ganze Organismus oder nur einzelne seiner Systeme thätig sind, muß dahingestellt bleiben, offenbar aber sind die Nerven das vermittelnde Glied bei Erzeugung und während der ganzen Dauer dieses Rapports.

Das Auffallende dieser Erscheinung, ihr mehr vereinzeltes Auftreten, das Außergewöhnliche an ihr hat auch hier wieder, wie bei so vielen Beobachtungen, den Anstoß gegeben, sie näher zu untersuchen, von den verschiedensten Seiten zu beleuchten, und man hat bei dem Unvermögen, eine Erklärung für sie zu finden, entweder ihre Richtigkeit ganz geleugnet, oder eine plötzlich und unvermittelt eintretende übernatürliche Macht als ihre Quelle annehmen zu müssen geglaubt. Und doch fehlt es nicht an analogen Erscheinungen, die wir tagtäglich beobachten zu können Gelegenheit haben, welche jedoch eben ihrer Häufigkeit wegen weniger zu ihrer Erforschung auffordern. Oder findet nicht bei den Sympathien und Antipathien, welche wir so oft Menschen aneinander ketten oder von einander fern halten sehen, ein ähnliches Verhältniß statt? sind nicht auch hier jene Wechselwirkungen zweier Individualitäten auf einander im Spiel, welche sich oft jeder Berechnung entziehen und durch keine Macht des

Willens oder Urtheils entkräftet werden können? So sehen wir uns mit einemmal nicht allein in jenen krankhaft aufgeregten Zuständen, welche der Erzeugung des Somnambulismus am günstigsten sind, sondern unter den normalen Verhältnissen ebenfalls einer Macht unterworfen, welche uns an andere Individualitäten fesselt oder unmittelbar von ihnen abstößt. Suchen wir zuerst die verschiedenen hier zusammenwirkenden Ursachen, ehe wir einen Grund erfinden, mit dem wir über diese Untersuchung kurz hinwegsetzen, ohne etwas Anderes zu gewinnen als den Namen für eine unbekannte Größe.

Sympathie und Antipathie sind Bewegungen im Gefühlsleben, welches, mit seinen mannichfachen Schattirungen ganz dem Gebiet des Subjectiven angehörig, schwer oder fast unmöglich objectiv zu betrachten und weiter zu definiren ist. So wenig wie der Schmerz oder die Lust sich einem Anderen beschreiben läßt, sondern in ihm durch Schilderung der sie erzeugenden Ursachen nur reproducirt werden kann, so unmöglich ist es, jene Gefühle der Sympathie oder Antipathie weiter zu definiren, wenn die eigne Erfahrung sie nicht schon kennen gelehrt hat. Daß sie nicht aus Vorstellungen des reflectirenden Verstandes abstammen, nicht das Resultat der Berechnung des Verhältnisses, in welches wir durch die Constellation der Umstände mit Anderen treten, seien, dürfte mit Wenigem zu beweisen sein.

Die Macht der Sympathien nimmt nämlich in dem Maaß ab, als sich im Verlauf der Lebenserfahrungen das Urtheil schärft, und durch die verfeinerte Menschenkenntniß das Raisonnement über Persönlichkeiten, mit welchen wir in Berührung kommen, ruhiger und klarer wird, je mehr die Lebhaftigkeit der Gefühle überhaupt an Intensität verliert. Die Sympathie ist jenes natürliche Band, was Mutter und Kind so fest aneinander kettet, ohne daß bei letzterem das Gefühl der Dankbarkeit als ethisches, noch die Berechnung der Unentbehrlichkeit jener als egoistisches Moment solchen mächtigen Zug der Sympathie motivirte. In späterer Zeit zeigt sich vor dem Eintritt der Pubertät und noch eine gewisse Zeit über diese Entwicklungsperiode hinaus die Wahl der Freunde mehr dem Zufall unterworfen, die Freundschaften werden inniger und schneller geschlossen ohne Berechnung der daraus entspringenden Vortheile, ohne weiteren Grund, als der unmittelbaren gegenseitigen Anziehung zweier Individualitäten. Mit dem Schwanken dieser, welche zu der Zeit noch kein bestimmtes Ziel vor Augen, noch keine materiellen Interessen verfolgend mehr in idealen Bestrebungen sich bewegt, hat auch die Wahl der Freunde weniger bindende Kraft, und je nach der Entwicklungsphase der Individualität werden die Freunde gewechselt, wie sie dem jeweiligen Wesen derselben entsprechen. Wenn aber später mit einer klareren Uebersicht über die bestehenden Verhältnisse, mit festerem Blick auf ein vorgestecktes Ziel, mit voller Willens-Energie bestimmte Interessen, welcher Art sie seien, verfolgt werden, wenn der Charakter sich vollkommen ausgebildet hat, dann wird mit allen anderen Gefühlen auch das der Sympathie der Herrschaft des berechnenden Verstandes strenger untergeordnet, und die Freundschaften werden seltner und mit weniger Innigkeit geschlossen, denn jetzt hängt die Wahl der Freunde mehr von der Gleichartigkeit der Interessen ab, die in den häufigeren Fällen sich nicht gegenseitig bei verschiedenen Menschen unterstützen, und die Innigkeit muß unter den deutlicheren oder versteckteren Triebfedern des Egoismus um so mehr leiden, als die Kälte der Berechnung die Wärme der Gefühle beeinträchtigt.. Ebenso sinkt der Werth wahrer

Liebe zwischen den beiden Geschlechtern in sich zusammen, wenn berechnete Zwecke, welcher Art sie seien, das unmittelbare Gefühl der Sympathie beherrschen. So viel wird genügen, um die Unabhängigkeit der Sympathien zwischen verschiedenen Individualitäten von dem reflectirenden Verstande darzuthun.

Wenn es demnach fest steht, daß dergleichen Gefühle sich unsrer bemächtigen können, ehe wir in das psychische Leben, in den Charakter einer Persönlichkeit, welche uns entgegentritt, eine Einsicht gewonnen haben; wenn es klar ist, daß die Eigenthümlichkeit eines solchen Gefühls einer weiteren Zergliederung für die Definition unzugänglich ist, so bleibt uns nur noch eines übrig: nämlich die Veranlassung derselben darzustellen, und zu suchen, wie viel Antheil die beiden Individualitäten, welche einander entgegentreten, an der Entstehung jener gegenseitigen Anziehung und Abstoßung haben. Denn Niemand kann leugnen, daß die eigne Persönlichkeit bei dem Zustandekommen jener Gefühle eine wesentliche Rolle spiele, und undenkbar wäre es, daß Individualitäten, welche den Einen abstoßen, den Andern anziehen, läge nicht in der eigenen Artung des Einzelnen das andere Moment, welches diese oder jene Wirkung hervorbringt. Können wir uns ja bei den meisten Naturanschauungen, welche überhaupt in uns gewisse Stimmungen hervorzurufen vermögen, fast nie dessen entschlagen, was von anderer Seite her in uns rege gemacht wurde, so daß wir »in die Außenwelt übertragen, was wir von ihr zu empfangen wähnen.« Oft wird es möglich, jene subjective Erregung loszulösen von dem objectiven Eindruck, oft gelingt es auch nicht; kaum aber dürfte es je geschehen, daß in dem Moment der Einwirkung des letzteren, wenn diese nur einigermaßen intensiv ist, der Zusammenhang mit ihr und dem subjectiven gleichzeitig bestehenden Gefühl klar hervorträte. Zuerst werden wir in der Außenwelt nach den Ursachen forschen, welche diese oder jene Stimmung erzeugten, und dann erst richten wir unser Augenmerk auf uns selbst, um zu sehen, wie weit wir Schuld an dem sind, daß diese oder jene Erscheinung gerade den bestimmten beobachteten Effect in unsrem Gefühl hervorgerufen hat.

Verfolgen wir denselben naturgemäßen Gang, um der Erörterung unsrer Frage näher zu kommen, und kehren noch einmal zum Factum zurück: Wir sehen einen Menschen zum erstenmal, wir hören ihn sprechen, und er hat unsre Zuneigung gewonnen. Weder das, was er that, noch das, was er sprach, hat uns für ihn eingenommen. Wir sahen dasselbe thun und sprechen von hundert Anderen, welche uns gleichgiltig blieben. Nicht der Inhalt, sondern die Art war es, wie er sich benommen, wie er gesprochen hat. Dieselbe Handlung, dasselbe Wort kann gegen einen Zweiten in uns dieselbe Abneigung hervorrufen und nichts Anderes als die verschiedne Weise, mit der es geschehen, ist daran Schuld. Nicht also der ideelle Werth dessen, was wir an einem Anderen beobachten, ist es, der hier den Ausschlag giebt, sondern die Form. Stünde die Form aber in gar keinem Zusammenhang mit dem inneren Gehalt, mit dem Geistigen, so wäre nichts gefährlicher, als die Beurtheilung eines Menschen nach seinem Aeußeren; wäre aber das Aeußere nach allen Seiten hin der richtige unbedingt maaßgebende Abdruck des Inneren, so wäre nichts leichter als die Menschenkenntniß, und die Gruppirung der Individualitäten wäre ohne Weiteres von der Natur gegeben, es dürfte Jeder nur dem Zug der Sympathie oder Antipathie folgen. Keines von beiden findet wirklich

Statt, sondern wohl eine Verkettung des Geistigen mit der äußern Erscheinung zu einer, wenn ich mich so ausdrücken darf, fixirten Einheit: aber über dieser ruhigeren, unbewegteren Fläche gleitet ein buntes Farbenspiel hin, welches durch mannichfache Strahlenbrechung wandelbarer Geistesthätigkeiten bei deren Aeußerungen an den beweglichen Organen des Leibes sich erzeugt.

Dieser Wechsel der Form hat seine bestimmten Grenzen und ist einer mächtigen Geistesthätigkeit, dem Willen, nur bis zu einem gewissen Punkt unterworfen. Der selbstbewußte Wille ist aber integrirender Bestandtheil eines entwickelten Charakters. Die Aeußerung desselben ist somit an jene dem Willen unterworfene Organe allein gebunden, während die anderen stereotypen Formen, angeboren oder im Verlauf der Zeit durch äußere oder innere Veranlassungen erworben, nichts dazu beitragen, seinen gerade jetzt bestehenden Werth erkennen zu lassen, doch wohl als Abdruck anderer Seiten des Psychischen genommen werden, welchen die Gefühle der Sympathie oder Antipathie ihren Ursprung verdanken könnten. Um alle weiteren Erörterungen vor Mißverständnissen zu sichern, will ich hier gleich noch einmal hervorheben, was ich allein unter Sympathie oder Antipathie verstehe. Vor allem ist der Gedanke an jene Sympathien fern zu halten, welche eine sichere Grundlage für Freundschaftsbündnisse 2c. bilden, und die bei dem Erwachsenen, Gebildeten, allen möglichen anderen oft unbewußten Vorstellungen, übersehene Gedankenreihen der Reflexion, kurz Berechnungen, welcher Art sie seien, mit ihr Entstehen verdanken. Ich rede nur von dem momentanen Eindruck, welchen eine Persönlichkeit auf uns macht, wobei es oft nicht nöthig ist, auch nur die geringste Bewegung beobachtet zu haben.

Wir können im Schauspielhaus neben einer Person stehen, welche mit ruhiger Aufmerksamkeit zusieht. Wir beobachten an ihr keine besondre Bewegung und schon die bloße Form des Gesichts besticht uns. Wir sehen einen Schlafenden ruhig athmend, ohne alle weitere Bewegung, und der Eindruck, welchen dieses Bild macht, kann ein gleiches Gefühl erwecken. Wir sehen einen Todten; und ich erinnere mich bei den vielen Leichen, welche ich gesehen habe, nie durch die bloße Form einen solchen Eindruck erhalten zu haben, wie in den vorhin erwähnten Beispielen, obwohl sich andere Affecte der verschiedensten Art dabei geltend machten. Bei der Betrachtung eines Skelets endlich, welches uns von der früheren Form gleichsam nur die Grundlinien darstellt, entsteht nie das, was wir mit jenem Eindruck, den ein belebter Kopf z. B. im Vergleich mit dem Todtenschädel erzeugt, parallelisiren könnten.

Daraus folgt, daß es niemals die Form allein und als solche sein kann, welche jenen Gefühlseindruck hervorbringt, daß sie dies nur kann, so lange sie belebt ist, und endlich, daß sie durchaus nicht auf der ästhetischen Basis der Beurtheilung beruht, denn es können die Züge des Todten dieselben schönen Formen haben wie sie der Mensch im Leben gehabt hatte. Aus dem letzten Satz ergibt sich, was der Betrachtung eines Lebenden, auch vollkommen ruhigen und unbewegten, zuwächst, eben die kalte Betrachtung zu einer affectvollen zu steigern. Es kann eine schöne Form einer Gesichtsbildung, sofern wir nur die Regelmäßigkeit der Liniamente, die Harmonie der Proportionen und dergleichen ins Auge fassen, unserem ästhetischen Gefühl immerhin wohlthun, ohne daß sich hieran etwas Weiteres knüpft, als an die Betrachtung eines schönen leblosen Gegenstandes.

So wie wir aber glauben, daß dieser Form ein Inhalt entspräche, welcher zu unserem Wesen in einer weiter unten zu besprechenden Weise in einem gewissen Verhältniß stehe, so knüpft sich daran unmittelbar das Streben, dieses bis jetzt nur aus der Form erschlossene Verhältniß wirklich zu machen, was natürlich nur so lange möglich ist, als eben der Inhalt, um deswillen wir uns zur Form hingezogen fühlen, durch seine weitern Aeußerungen uns zugänglich wird und unser Streben nach der Realisirung jenes Verhältnisses befriedigen kann. Dadurch scheinen wir aber in Widerstreit mit unserm obigen Ausspruch zu gerathen, wo wir die Wirkung der Aeußerung eines Menschen von der Berücksichtigung seines ideellen Werthes ganz trennten. Es ist auch nicht der ideelle Werth dieser oder jener Aeußerung, sondern der ideelle Werth der Person, den wir aus der Form der Aeußerung schließen. Wie viel oder wie wenig wir selbst dazu beitragen, wie viel auf die Umstände, unter denen die Beobachtung eines Andern geschieht, ankommt, um mit ihr jenes Gefühl der Sympathie oder Antipathie zu verweben, werden wir später erwähnen. Jetzt kehren wir zur Deutung der Formen als Ausdrücke geistiger Zustände und Bewegungen zurück, um zu sehen, wie weit wir berechtigt sind, jenen Gefühlen bei der Beurtheilung Anderer zu folgen. Wenn es wahr ist, wie sich jeder dafür Empfängliche überzeugen kann, daß wir nicht nöthig haben irgend welche Bewegung gewahrt zu haben, um einen solchen Eindruck zu erfahren, so müssen also schon die ruhenden unbewegten oder unbeweglichen Formen im Stande sein, Geistiges zu repräsentiren. Diese Ueberzeugung hat sich schon seit Jahrhunderten den mit einander verkehrenden Menschen aufgedrängt, hat längst schon angeregt, den Zusammenhang zwischen materieller Form und geistigem Inhalt aufzufinden, und dieser Gegenstand wurde von den verschiedensten Seiten her in Angriff genommen. Das unmittelbare Gefühl dieses Zusammenhangs giebt sich in der plastischen Darstellung der Götter im Alterthum, in den poetischen Schilderungen ihrer Gestalt kund, doch fanden die Alten noch keinen Grund, Geistiges und Leibliches als abstracte Größen von einander zu trennen, und nach dieser Trennung die ganze Erscheinung, so wie sie sich darbot, zu reconstruiren. Wie die einzelnen geistigen Kräfte für sie an die einzelnen Organe gebunden waren, an denen sie zunächst und am auffallendsten sich äußerten, so verschwamm ihnen das Gesammtbild geistiger Kräfte und Regungen mit den leiblichen Formen und Bewegungen überhaupt.

Erst später, als metaphysische Speculationen künstlich das trennten, was die Natur mit einander zu einem Ganzen verschmolzen der Beobachtung entgegenbrachte, erhoben sich auf diesem Gebiet der Speculation selbst wieder die Schwierigkeiten für die Erklärung, wie die Natur es anfange, jene durch eine tiefe Kluft getrennten Objecte der Betrachtung zu vereinigen, die um so größer erscheinen mußte, je geringere Einsicht in die Leiblichkeit das an ihr Unerklärbare hinüberrückte in jenes Reich des Uebersinnlichen, und so hinter sich selbst die Brücke jeder Erklärung abbrach. Die Einen suchten in der Verkörperung alles Geistigen, die Andern in der Spiritualisirung alles Leiblichen mit einem Gewaltstreich die der Beobachtung sich darbietende und von der Reflexion aufgehobene Vereinigung wieder herzustellen; Andere endlich gaben den zu keinem Ziele hinführenden Weg auf, und kehrten zu dem Ausgangspunkt: der empirischen Beobachtung zurück.

In jeder Beobachtung müssen zwei Dinge gegeben sein, welche als

Ursache und Folge zum mindesten aus der Gleichzeitigkeit ihrer Gegenwart, oder aus der Regelmäßigkeit ihrer Succession erkannt werden. Dieser causale Zusammenhang, welchen wir daraus zu schließen versuchen, muß aber nothwendig einer methodischen Prüfung unterworfen werden, um der Richtigkeit der Schlußfolgerung erst den realen Werth zu geben. Jede Beobachtung setzt ferner eine Kette von Vorstellungs-Gruppen voraus, an deren Summe oder Gliederung jene beobachteten Dinge einen Anstoß finden, ehe sie unmittelbar vom Bewußtsein angenommen und eingereiht werden können, und wodurch sie eben zur Beobachtung und weiteren Zergliederung ihrer gegenseitigen Verhältnisse und ihrer Wechselbeziehung mit jener Summe bestimmt gruppirter Vorstellungsmassen auffordern.

Bei der Entstehung ein für allemal gegebener Formen kann sich eine physiologische Untersuchung so wenig aufhalten, als eine chemische bei der Erschaffung der Elemente. Warum die Krystallform des Kochsalzes gerade der Würfel, warum das Blatt der Distel gerade stachlich, warum die Grundform fast aller organischen Gebilde eine Zelle ist, werden wir so wenig erfahren, als warum der menschliche Geist gerade einer menschlichen Gestalt bedarf, um seine höheren Zwecke auf der Erde zu erfüllen. Nur der Thatbestand, das einmal Gegebene richtig aufzufassen und in seine Elemente zu zerlegen, aus dem Labyrinth sich kreuzender Ursachen bis zu dem Mittelpunkt vorzudringen, von dem aus die gesetzgebende Kraft der Allmacht die letzten Ursachen alles Geschehens leitet, mit einem Wort, nur bis vor die letzten Gründe alles Seins kann die physiologische Forschung führen, ohne selbst in diese Geheimnisse der Schöpfung einzudringen.

Die Gedankenkreise, welche abgeschlossen sein müssen, ehe wir zu jenen Beobachtungen von äußerer Form als Folge geistigen Inhalts überhaupt aufgefordert werden, sind erstens die über den Zusammenhang des Physischen mit dem Psychischen überhaupt. Der Begriff des letztern ist jedoch durch die verschiedensten Operationen der Speculation zu einem so trüben, mit allen möglichen Producten derselben untermischten Niederschlag geworden, daß seine Analyse allein eine ausgedehnte Untersuchung voraussetzte, welche hier um so weniger anzustellen sein dürfte, als einerseits der Raum dieser Blätter es nicht gestatten könnte, andrerseits dieselbe in diesem Werke selbst mehrfach bereits vorgenommen wurde. Hier haben wir einen anderen Weg einzuschlagen; so zwar, daß wir nicht jenen Begriff des Geistigen von seinen Schlacken auf psychologischem und metaphysischem Wege reinigen, sondern ihn aus der Untersuchung der leiblichen Zustände im Verlauf der Untersuchung dieser allmählig sublimiren lassen.

Wir beginnen daher mit den Grundlinien der menschlichen Form, mit dem Skelet, um von da aus zu den weiteren, durch sie theilweise fixirten Liniamenten der ruhigen Contouren fortzuschreiten, bis wir endlich zu der Bedeutung ihres Wechsels, zur Bedeutung der Bewegungen vordringen.

Das vorliegende Material zur Vermuthung eines causalen Verhältnisses zwischen geistigen Kräften und Gestalt des Knochenbaues lieferten die empirischen Vergleichungen beider an den verschiedensten Menschen, und vor allem war es die Bildung des Schädels, welche mit der Aeußerung geistiger Kräfte in innigem Zusammenhang zu stehen schien. Auf diesen Zusammenhang machte zuerst Gall aufmerksam und gründete auf seine Beobachtungen

die Cranioskopie,

deren erste Form wir vor allem hier in der Kürze mittheilen müssen, so

mangelhaft und inconsequent auch ihre Schlußfolgerungen in den meisten Punkten sind, so daß dieses System mehr historischen als wirklichen Werth für unsre gegebene Frage hat. Obgleich Gall selbst nichts Anderes, als ein auf rein empirischem Wege gesammeltes Material vorlegen wollte, so verwebte sich doch unmittelbar in seine Betrachtungen metaphysische und theoretische Speculation, wodurch das reine Bild der Beobachtung vielfach getrübt und so für weiteren Gebrauch zu wichtigeren Schlüssen unnütz geworden ist. — In den ersten Jahren des Säculums trat er mit seiner Lehre (der Kraniologie, Organologie oder Phrenologie) in Wien auf, und erregte durch seine Vorlesungen ein vielfaches und lebhaftes Interesse, was durch die Art seines Vortrags, durch die große Zahl der aus seiner Erfahrung mitgetheilten Fälle, und einer bedeutenden Schädelsammlung noch mehr gesteigert wurde, so wie die Neuheit des Gegenstandes, dessen Bedeutung für die wichtigsten Fragen der verschiedensten theoretischen und praktischen Wissenschaften er hervorzuheben wußte, die allgemeine Aufmerksamkeit jener Zeit auf sich zog. An Spurzheim fand er einen eifrigen Schüler und Vertreter seiner Lehre, die durch diesen hauptsächlich nach England und Schottland, wie durch ihn selbst in Frankreich verbreitet wurde.

Die Hauptpunkte der Lehre Galls sind folgende. Die moralischen und intellectuellen Vermögen sind dem Menschen angeboren, die, wie die Instincte der Thiere mit auf die Welt gebracht, durch die Wechselwirkung mit ihnen nur zur Entfaltung, nicht aber erst zur Entwicklung gebracht werden können. Gedächtniß, Verstand, Wille sind allgemeine Qualitäten der Seele, welche, ohne die einzelnen Triebe oder Talente erklären zu können, an allen moralischen und intellectuellen Vermögen haften. Aufmerksamkeit, Lust und Unlust sind blos verschiedene Richtungen bei der Thätigkeit jener instinctiven Triebe.

Die Aeußerung jener moralischen und intellectuellen Seelenvermögen, ihr Wachsthum oder ihre Abnahme, hängen genau mit dem Entwicklungsgrade oder der Entwicklungsperiode ihrer Organe zusammen, welche durch eine Hypertrophie ebenfalls nachtheilig wirken können, indem dadurch jene Seelenvermögen in einem abnorm großen Maaße sich äußern müssen, wie ihre Atrophie die Schwäche dieser Aeußerungen nach sich zieht. — Die Form des übrigen Körpers entscheidet bei Vergleichung der verschiedenen Individuen nicht, sondern nur die des Schädels. Die Seelenvermögen sind daher nur von der Organisation des Gehirns abhängig. Aus der vergleichenden Anatomie und den Beobachtungen von Acephalen und Hemicephalen zieht Gall den Schluß, daß, je weiter nach abwärts man die Thierreihe betrachte, um so mehr sehe man die höheren Functionen der Seele schwinden, bis bei den niedersten Thieren und jenen Mißgeburten nur noch das vegetative und niedere thierische Leben übrig bleibe. Sicher ist daher das Gehirn Sitz und Organ aller Triebe und Fähigkeiten der Seele. Wenn auch bedeutende Verletzungen einzelner Theile desselben nicht immer ihre Aeußerungen unmöglich machen, so ist die Einheit des Bewußtseins der Grund davon, welche, trotz der Duplicität der Organe, von Anfang an gesichert ist, ebenso wie dieselbe Einheit bei Sinnesempfindungen auch nicht durch die symmetrische Doppelheit der Sinneswerkzeuge gestört wird. —

Das Gehirn hat im Allgemeinen bei allen Individuen gleiche Structur, gleichwohl aber sind Anlagen und Triebe individuell höchst verschieden. Es kann das Gehirn somit nicht ein allgemeines Organ des animalen Lebens sein, sondern muß eine Summe einzelner Organe darstellen, die,

mit Ruhe und Thätigkeit unter einander abwechselnd, die Möglichkeit gestatten, in den Gebieten des Denkens, Fühlens und Strebens ohne Ermüdung, bald hier, bald dort sich zu äußern, was mit der Annahme eines ungegliederten Organismus des Gehirns nicht erklärbar wäre. — Die Ungleichheit der Fähigkeiten setzt somit eine Ungleichheit der Structur voraus, die nach den Zwecken der verschiedenen Lebensperioden durch successive Entwicklungsstadien sich ausbildet, welchen jenen Lebensperioden entsprechende, zweckmäßige Anlagen und Triebe folgten. Ihre Abhängigkeit von der Organisation ist damit erwiesen, sie wird noch deutlicher, wenn man einzelne Krankheiten unverkennbar bald Anlagen oder Triebe zerstören, bald abnorm steigern sieht, weil auch die Erscheinungen des Traums, Schlafwandelns, der Vision u. dgl. auf einseitige Wirkungen einzelner Nervenparthien hinzudeuten scheinen.

Aus der Entwicklungsgeschichte, der vergleichenden Anatomie und der anatomischen Untersuchung des Gehirns leitet Gall den Schluß ab, daß den verschiedenen Organen verschiedene Protuberanzen am Schädel entsprechen, welche den Abdruck der in den Windungen und Faserungen des Gehirns gegebenen Formverschiedenheiten bilden. Jene Untersuchungen, welche die Basis seiner Phrenologie bilden, enthalten so viele Irrthümer, welche im Laufe der Zeit durch exactere Studien dieser Gegenstände bereits vollkommen berichtigt sind, neben einer Menge willkürlicher Annahmen, und logischer Inconsequenz der Schlußfolgerungen, daß wir sie hier füglich übergehen können und uns zur einfachen Aufzählung der Organe, wie sie Gall und Spurzheim an die verschiedenen Regionen des Kopfes vertheilt hat, wenden.

Rückenmark und medulla oblongata ist das wichtigste Lebensorgan. In der Nachbarschaft des letztern liegen die für die physische Erhaltung zunächst berechneten Organe. Die für höhere geistige Functionen bestimmten befinden sich weiter nach vorn. Die in ihren Functionen correspondirenden Organe liegen symmetrisch, und an den gleichen Stellen finden sich die gleichen Organe bei den Thieren, welche die gleichen Functionen mit denen der Menschen theilen. Nach Spurzheim zerfallen die Organe in 3 Classen. Die I. Classe: Neigungen und Triebe, welche Thieren und Menschen gemeinschaftlich sind. 1) Organ des Geschlechtstriebes: im kleinen Gehirn, äußerlich erkennbar an den Erhabenheiten zu beiden Seiten des Hinterhaupts, dicht am Nacken. 2) Organ der Kindesliebe: am Ende der Hinterlappen der Hemisphären des großen Gehirns; besonders stark am weiblichen Schädel durch die nach hinten hervorgetriebene Gestalt bemerkbar. (Diese Stelle des Schädels soll bei Kindesmörderinnen ganz flach sein.) 3) Organ der Anhänglichkeit: neben dem vorigen, äußerlich erkennbar an rundlichen Erhabenheiten; es bedingt den Geselligkeitstrieb. 4) Organ des Vertheidigungstriebes, der Kampflust: am unteren hinteren Winkel des Seitenwandbeins erkennbar. 5) Organ des Mordsinnes: zwischen den Organen der Raubsucht und der Schlauheit durch eine erhöhte Stelle am Hinterhaupt bezeichnet. 6) Organ der Schlauheit (Klugheit, Falschheit): an einer länglichen Hervorragung, welche unter den Schläfen quer von hinten über den Mordsinn nach vorn, bis vor das Ende des obern Augenbrauenbogens reicht. 7) Organ des Diebssinnes (Eigenthumssinn): liegt vor dem vorigen. 8) Kunstsinn: sein Organ liegt an der Seite des Stirnbeins, unter dem vorigen als rundliche Erhabenheit. 9) Organ des

Höhesinns (Hoffarth!): am Scheitel gelegen, wo Pfeilnaht und Lambdanaht in einander übergehen (Gall fand es bei Hochmuthsnarren und — Gemsen).

II. Classe. Sie begreift die Gefühle in sich, welche A. Thier und Mensch gemeinschaftlich besitzen.

1) Organ des Stolzes (Uebermuth, Verachtung ꝛc.): die beiden ihm zugehörigen symmetrisch gelegenen Hervorragungen laufen in einem Wulst am hintern Theil des Scheitels zusammen. 2) Organ der Eitelkeit und Ruhmsucht: zu beiden Seiten unter dem vorigen gelegen. 3) Organ der Bedächtigkeit: die Hervorragungen, welche durch dasselbe an beiden Seiten des Hinterhauptbeins erzeugt sind, machen den Kopf mehr viereckig. 4) Organ der Gutmüthigkeit, entspricht einer länglichen Erhabenheit am obersten mittleren Theil des Stirnbeins.

B. Die Gefühle, welche dem Menschen eigenthümlich sind:

1) Organ der Ehrfurcht (Religiosität): am vordersten Theil der Pfeilnaht eine Wulst, die sich vom obersten Rand des Stirnbeins erhebt und über dem Organ der Gutmüthigkeit fortläuft. 2) Organ der Beharrlichkeit: hinter der Erhabenheit des vorigen nahe dem Scheitelpunkt des Hauptes. Mehr zur Seite liegen dem die Organe: 3) der Gerechtigkeit, 4) der Hoffnung, 5) des Hanges zum Wunderbaren, 6) das Organ des Witzes: zu beiden Seiten des Stirnbeins hinter den Stirnhügeln. 7) Organ der Idealität (Talent zur Dichtkunst, ästhetisches Gefühl): neben dem vorigen mehr nach Innen. 8) Organ des Darstellungs- oder Nachahmungsvermögens. Ihm entsprechen zwei längliche Erhabenheiten zu beiden Seiten des Organs der Gutmüthigkeit, welche bis an die vordere Abdachung der Stirne sich erstrecken. —

III. Classe. Die Organe für die intellectuellen Fähigkeiten des Menschen, durch welche das Allgemeine der sinnlichen Einzelerscheinungen aufgefaßt wird.

1) Organ des Sachsinnes (Sachgedächtniß, Bildsamkeit, Gelehrigkeit): oberhalb der Augenbrauenfortsätze des Stirnbeins. 2) Organ des Personensinnes: hinter dem oberen Rande der Augenhöhle, wodurch die Augen vom innern Augenwinkel nach außen in etwas nach unten gedrückt werden. 3) Organ des Größensinns. 4) Organ der Auffassung der Schwere und des mechanischen Widerstandes (!). 5) Organ des Farbensinns: giebt eine Erhöhung über der Mitte des Augenbrauenbogens. 6) Organ des Ortsinns (bei Reisenden, Landschaftsmalern, Störchen, Spürhunden): liegt zu beiden Seiten der Nasenwurzel, an den innern Enden der Augenbrauenbogen. 7) Organ des Zahlensinnes, und 8) des Zeitsinnes: am vorderen äußeren Theil der vordern Hirnlappen, wodurch die Augen etwas schief nach innen gedrückt werden und der äußere Theil der Augenbrauen seitwärts hinabgezogen wird. Bei höherem Grade der Ausbildung entstehen neben den Augen an den Schläfen Erhabenheiten, die den Kopf von vorn viereckig erscheinen lassen. 9) Organ des Ordnungssinnes und 10) des Auffassungsvermögens: liegen beide nahe neben dem 8. und dem Organ des Tonsinnes am Schläfentheil der Stirne. 11) Organ des Tonsinns. Es liegt oberhalb und seitwärts vom Organ des Farbensinns und bildet eine Protuberanz am äußern Drittel des Augenbrauenbogens. 12) Organ des Sprachsinnes: liegt zwischen dem vorigen und dem Farbensinn, und drückt die Augen tief unter den Augenbrauenbogen, unter denen Wülste gegen die Nase hin entstehen.

C. Die Organe, welche eine reflectirende Thätigkeit des Geistes

vermitteln. 1) Organ des vergleichenden Scharfsinns (die Fähigkeit, durch treffende Vergleichungen zu überzeugen): liegt hinter dem mittlern vordern Theile des Stirnbeins oberhalb des Organs des Sachsinnes. 2) Organ des Scharfsinns, Tiefsinns: zu beiden Seiten des vorigen, Wölbung der Stirne. —

Die Zeit hat über dies System gerichtet und enthebt uns einer speziellen Kritik seiner einzelnen Theile. Die Fortschritte, welche die Entwicklungsgeschichte, die vergleichende Anatomie, die Physiologie des Nervensystems endlich in den letzten Decennien gemacht hat, zerstörte den größten Theil der Prämissen, aus denen Gall in seinem Systeme die Schlußfolgerungen construirte. Auf den Grund neuerer Untersuchungen der hiehergehörigen Gebiete hat sich eine Umgestaltung der Cranioskopie entwickelt, welche Carus aufs neue zu einer sicheren objectiven Wissenschaft erheben wollte, und jüngst hat es Hagen*) versucht, durch Symbolisirung der verschiedenen Dimensionen am Schädel mehr in naturphilosophischem Sinne eine neue Cranioskopie zu begründen. Der Darlegung dieser wissenschaftlichen Forschungen schicken wir hier aber zuerst die Beantwortung der Fragen voraus, welche eine wissenschaftliche Cranioskopie überhaupt erst zu lösen hat, ehe sie empirisch Beobachtetem Deutung geben kann.

Unbestreitbare Thatsache ist, daß durch die Sinnesnerven die verschiedenen Einflüsse der Außenwelt den Centralorganen zugeleitet werden, daß Gehirn, Rückenmark und Sympathicus vermöge ihrer Natur als Centralorgane die zugeleiteten Einflüsse aufnehmen, umgestalten und durch Vermittlung der centrifugal leitenden Nerven auf die Außenwelt rückwirken können.

Um Thätigkeiten der Centralorgane hervorzurufen, bedarf es nicht nothwendig Anregungen von außen, um solche aber dorthin zu bringen, ist die Continuität des Nervenlaufs zwischen Peripherie und Centrum unbedingt nothwendig.

Die drei Hauptgruppen der Centralorgane sind, unabhängig von einander, Erregungen der verschiedensten Art fähig; es kann aber ebenso gut die Erregung des einen sich unter gewissen Bedingungen auf das andere fortpflanzen, wobei jedoch die Form der Reaction im Verlauf der Fortpflanzung der Erregung nicht nur eine andere werden kann, sondern oft muß. Durch diese Verkettung der Glieder und Gruppen des Nervensystems werden alle Eindrücke, welche von außen zugeleitet oder innerhalb des Organismus durch die verschiedensten Vorgänge des Lebens gebildet sind, zu einer Gesammtmasse von Vorstellungen auf dem geistigen Gebiet vereinigt, auf dem sich mit der Möglichkeit, in freier Weise nur bis an die abgeschlossenen Grenzen der eignen Leiblichkeit zu wirken, das Bewußtsein, welches sich, im Gefühl dieser Abgrenzung gegen andere Organismen, mit der Kraft der Seele die Totalität ihres ganzen Wesens gegen die Totalität der Außenwelt abzugrenzen, zu dem Selbstbewußtsein emporringt, und dadurch den Gegensatz erkennen läßt von dem, was durch die Seele an dem von der übrigen Umgebung abgelösten Substrat ihrer Leiblichkeit sich ereignet und was jenseits der Grenze dieser Leiblichkeit in der übrigen Umgebung vor sich geht.

---

*) Hagen: Psychologische Untersuchungen, pg. 71. ff.

Der Kern aller geistigen Processe, das Bewußtsein und Selbstbewußtsein des Menschen, wird also sicherlich durch das Nervensystem vermittelt. Das war die erste Frage, welche gelöst werden mußte. Unbekümmert noch um das Wie des Zusammenhangs von Nervensystem und Psyche gehen wir zur zweiten Hauptfrage über: in welchem Verhältniß steht das Nervensystem, vor allem die Centralorgane, Rückenmark und Gehirn, zu ihrer Umhüllung, zum Schädel- und Rückgrath? Die Einheit des Organisationsplanes, welche bei jeder normalen Entwicklung vorausgesetzt werden muß, hat vor allem jeden Gedanken an ein Abhängigkeitsgesetz der einen Form von der andern ferne zu halten. Das Wachsthum des Gehirns und des Schädels während des embryonalen Lebens sind von Anfang an gegeneinander bestimmt, und alle mechanischen Vorstellungen vom Durchbrechen, Auseinanderdrängen und dergleichen dürfen wir nicht zu Beschreibungen der wahren Vorgänge, sondern nur zu der mehr bildlichen Darstellung derselben verwenden, um den schematischen Ueberblick der ganzen Entwicklung zu erleichtern. Ein Schritt von dieser falschen Anschauung weiter zurück führte uns leicht wieder zu jener Ansicht früherer Zeiten, wo man die Seele für die Baumeisterin des Körpers hielt. Denn wenn wir die Centralorgane in ihrer Anlage als eines der frühesten Gebilde auftreten sehen, von ihrer Configuration aus aber die der Umhüllungen direct abhängen lassen, so setzen wir in dieselben eine Bildungskraft, die leicht auf die mit ihnen später zusammenhängende Thätigkeit der Psyche zurückführen könnten, wodurch also zuletzt von ihr aus jede weitere Bildung der organischen Massen auszugehen schiene. Wenn wir ein Selbstbewußtsein nur dann erst annehmen können, wenn die Nervenbahnen bereits fertig und in voller Function sind, welche das Gefühl der Abgrenzung der eignen Leiblichkeit gegen alles Aeußere möglich machen, so kann von einem selbstbewußten Handeln bei der Bildung der Organe am allerwenigsten zu einer Zeit die Rede sein, wo die das Selbstbewußtsein vermittelnden Organe noch gar nicht gebildet sind, und welche zweite »vernünftige Seele« sollte diese erst wieder construiren? Die Gestalt des Körpers in allen seinen Theilen entsteht aus der ein für allemal berechneten Gegenwirkung sämmtlicher Substanzen. Aus ihr entwickelt sich, wenn man die Seele jenen anderen Substanzen coordinirt[1]) durch ihre Mitwirkung die psychische und physische Gestaltung der typisch vereinten Wesen einer Gattung. Durch sie selbst können dann eben so gut, wie durch die in gewissen Grenzen gehaltenen Schwankungen aller übrigen Substanzen, innerhalb der allen Einzelnen zukommenden Gattungscharaktere in der leiblichen und geistigen Entwicklung Eigenthümlichkeiten auftreten, welche die individuellen Unterschiede erzeugen. So unbekannt auch die Ursachen jener Schwankungen sind, so deutlich durch die Erblichkeit psychischer Artung die Mitwirkung psychischer Einflüsse auf die Organisation bei Entstehung des Menschen sind, so haben wir darum noch keine Berechtigung, die Seele höher als alle anderen hier auf einander wirkenden Substanzen zu stellen, sondern müssen daran festhalten, daß, wie mit Erschaffung der Gattung die Gesammtwirkung aller an der Materie haftenden verschiednen Kräfte auf die Gesammterscheinung der Gattung berechnet war, so auch bei Entstehung jedes Einzelnen vom ersten Anfang seiner Entwicklung an unmittelbar alle Bedingungen zu seiner individuellen Gestaltung in Beziehung

1) cf. Lotze Seele und Seelenleben pg. 234.

auf Leib und Seele gegeben sind, und kein einzelnes Glied aus der ganzen Kette der gegebenen Substanzen sich eine über die anderen sich erhebende, absolut bedingende Gewalt aneignen kann. Krankhafte Störungen werden wohl immer die normale Bildungsrichtung hemmen oder von ihrem Gange ablenken können, und Jederman wird darin lieber die Wirkung der verschiedensten Substanzen, welche sich unberechtigt zur normalen Entwicklung auf irgend eine Weise herzugedrängt haben, erkennen, als eine launenhafte Modification jener Idee als Ursache sehen, mag diese Idee nun als Seele oder irgend wie anders substanzlos gedacht werden.

Diese zwei Gedanken sind vor Allem fern zu halten nöthig: nämlich die Ansicht von der Seele als einer willkührlich ihren Leib sich schaffenden Macht, und von dem Gehirn als einem unmittelbar auf die Schädelbildung influencirenden Stoff.[1])

Wenn die Entwicklung des Skelets in der Anlage der die Centraltheile des Nervensystems umschließenden Hüllen beginnt, haben sich bereits aus dem oberen oder dem serösen Blatt der Keimhaut die Rückenplatten und die Visceralplatten gebildet, welche aus einer flächenhaften Ansammlung von Zellen zu beiden Seiten des Primitivstreifens oder der Primitivrinnen entstanden sind, und zwar dadurch, daß die die Primitivrinne begrenzenden freien Ränder sich gegen die Höhlung der Keimblase hin als Visceralplatten umzubiegen begonnen haben. Innerhalb der durch den Schluß der Rückenplatten gebildeten canalförmigen Höhle, welche sich nach vorn gleichzeitig blasenartig zu drei hintereinander liegenden Ausbuchtungen erweitert hat, beginnt die Ablagerung der Nervenmasse, die später Gehirn und Rückenmark wird. Innerhalb der Rinne erscheint zwischen den Rückenplatten ein zarter Streifen aus einer dichtern Anhäufung von Zellen gebildet, der, durch eine glasartige Scheide eingeschlossen, ein gefülltes Rohr darstellt, und als chorda dorsalis die Grundlage zur Entwicklung der Wirbelsäule wird. Sobald also die Rückenplatten geschlossen sind, beginnt in dem vielleicht schon vorher vorhandenen flüssigen Cytoblastem eine immer dichter werdende Abscheidung von Zellen, und in einem Medullarrohr beginnt gleichzeitig die Entwicklung von Rückenmark und Gehirn, ohne daß dieses aus jenem oder jenes aus diesem hervorwüchse.

Um die Chorda dorsalis entwickelt sich eine zuerst überall gleiche zellige Belegungsmasse (nach Rathke), diese scheint zuerst vorzüglich rechts und links aufzutreten und von da aus nach oben und unten um die Chorda herumzuwuchern. Diese Wucherung von Zellen nimmt rechts und links an Dicke zu, aber nicht in der ganzen Längenrichtung ihrer Ausdehnung in gleichem Maaße, sondern abschnittweise, wodurch eine Reihe hintereinander liegender Platten gebildet wird, und zwar zuerst in der Mitte: dort wo der anfangs leierförmige durchsichtige Fruchthof, in dem die Primitivrinne zuerst auftrat, am schmälsten war. Bald aber bilden sich nach oben und unten solcher viereckiger Platten mehr, die in ihrem fortschreitenden Wachsthum die Chorda immer enger und enger umschließen, und endlich soweit verdrängen, daß von ihr nur diejenigen Abschnitte übrig bleiben, welche zwischen je zwei solcher ursprünglicher Platten, jetzt zu Ringen verschmolzner Zellenanhäufungen, gelegen waren.

Die Ringe werden zu den Wirbelkörpern, die zwischenliegenden Reste der Chorda dorsalis zum ligamentum intervertebrale.

1) cf. Bischoff, Entwicklung der Säugethiere und des Menschen.

Die Belegungsmasse, aus welcher jene Platten entstanden, wächst, ehe noch diese zu Ringen verschmolzen sind, innerhalb der Rückenplatten in die Höhe, und in den Vertikalebenen der Platten nimmt auch diese Wucherung in Absätzen an Dicke zu, so daß die dann vollendeten Ringe Strahlen nach oben auszusenden scheinen, welche bald darauf zur gegenseitigen Berührung kommen, mit einander verwachsen und in ihren Bogen das Rückenmark einschließen, indem sie die späteren Bogen der Wirbel bilden, während andere seitliche Ausstrahlungen der Belegungsmasse der Chorda Querfortsätze der Wirbel, oder in Folge später eintretender Abgliederung, Querfortsätze und Rippen werden. Wo die Abgliederung geschieht, wird die Masse hautartig, während die Knochengebilde zunächst knorplich werden, ebenso wie die Belegungsmasse zwischen zwei Wirbeln als Fortsetzung der Knochenhaut der Wirbelsäule die ligamenta intervertebralia überkleidet.

Mittlerweile ist das Rückenmark in der Entwicklung ebenfalls vorgeschritten. In dem von den Rückenplatten gebildeten Rohre hat sich nämlich auf dessen Grund und an den Seitenwänden aus dem flüssigen Cytoblastem feste Nervenmasse ausgeschieden, die somit innerhalb der geschlossenen Röhre einen Halbkanal vorstellt, welcher durch fortschreitende Zellenbildung von unten und den Seiten aus sich mehr und mehr füllt, endlich durch dichte Aneinanderlagerung der Ränder und Einsenkung der Gefäßhaut vollkommen geschlossen wird, mit Ausnahme des vierten Ventrikels, welcher nach oben hin die unmittelbare Fortsetzung des hier nie durch Nervenmasse geschlossenen Kanals darstellt. Die Verschließung geschieht beim Menschen gegen die 12—13te Woche hin. —

Wie das vordere Ende des durch die Rückenplatten gebildeten Kanals sich erweitert, um die Gehirnmasse zu umhüllen, so nur in geringerem Grad findet auch an seinem hinteren Ende eine Ausbuchtung Statt, innerhalb welcher die sich hier ablagernde Nervenmasse später zu dem Verschluß ihres hier gebildeten Halbkanals kommt, und als sinus rhomboidalis bei den Vögeln für immer, bei dem Menschen bis in eine spätere Zeit des Embryonallebens offen bleibt, und als Spalte erscheint. Bei der Darstellung des Kopfskelets, die wir von der der Wirbelsäule nicht darum trennen mußten, weil ihre Entwicklung in eine andere Zeit fällt, sondern wegen gewisser Modificationen, welche dabei in Betracht kommen, ist zu berücksichtigen, daß wir es hier gleichzeitig mit der Entwicklung der Visceralplatten zu thun bekommen, welche wir vorhin ganz unberücksichtigt lassen mußten, die aber hier zur Bildung eines großen Theils des Kopfs, nämlich Mund und Na'enhöhle und was sie einschließen, verwendet werden. Die Vergleichung des Gesichts und Schädels spielt eine große Rolle bei den Cranioskopen, und ihr gegenseitiges Verhältniß bei ihrer Entwicklung bedarf daher einer genaueren Auseinandersetzung.

Die Rückenplatten weichen vorn wie erwähnt in 3 Ausbuchtungen auseinander, welche sich dann zu drei mit einander communicirenden Blasen oben vereinigen. Diese dreigetheilte Kapsel bildet die Grundlage zur Entwicklung des Schädels. Die Chorda dorsalis geht nicht bis an das vordere Ende der Rückenplatten, sondern endigt spitz zulaufend dort, wo aus der hintersten Gehirnzelle die Gehörbläschen hervortreten (Rathke). Auch hier umwächst in gleicher Weise, wie am Rumpftheil, die Belegungsmasse die Chorda, und bildet so eine Scheide für sie, welche rechts und links stärker entwickelt zwei Flügel bildet, welche mit der in Form einer hori-

zontalen Tafel sich über das vordere Ende der Chorda erstreckenden Belegungsmasse bis fast gegen das hintere Ende des Hirntrichters reicht, und die basis cranii erzeugt. An dieser Stelle spaltet sich die Tafel in zwei Fortsätze, welche in den beiden Seitenhälften des Kopfes bis in die untere Parthie der vordersten, von den Rückenplatten gebildeten, Zellen reichten, wo sie (an den übrigen Stellen mehr oder weniger getrennt) aneinander stoßen, um dort die spätere Stirnwand zu bilden. Bald darauf berühren sich diese Fortsätze in ihrer ganzen Länge und werden so die bleibenden Knochen der basis cranii.

Die Belegung des Kopfstücks der Chorda verknorpelt, hat dasselbe dadurch ganz verdrängt, und an seiner Stelle ist der Körper des Hinterhauptbeins entstanden: ein Wirbelkörper, nur mit einer der Breite des Gehirns entsprechenden Modification der Form, nämlich mehr tafelförmig. In der Belegungsmasse jenseits des Kopfendes, in einiger Entfernung von dem Körper des Hinterhauptbeins, entsteht II) der Körper des hinteren Keilbeins, der, dem ersteren immer näher rückend, endlich mit ihm verschmilzt, und obgleich auch noch in der Belegungsmasse der Chorda entwickelt, doch niemals wie ein anderer Wirbelkörper ein Stück derselben umschließt, sondern sich vor ihr bildet. Dies und der Mangel eines bleibenden ligamentum intervertebrale unterscheidet diesen Knochen von den vorhergehenden und den übrigen Wirbelkörpern. Der vordere Keilbeinkörper entsteht, wo er sich findet, niemals aus der Belegungsmasse, sondern aus dem Blastem zwischen ihren oben erwähnten Fortsätzen: hat somit gar keine Analogie mit einem Wirbelkörper.

Von der Belegungsmasse ist nun in der Richtung von hinten nach vorn nichts mehr übrig, als die paarigen Fortsätze an der basis cranii, welche bis dahin reichen, wo die untere Wand der das Gehirn umgebenden Kapsel in die vordere oder Stirnwand übergeht. Zu beiden Seiten der Vereinigungsstelle dieser Fortsätze bilden sich die Säckchen für die Riechhäute. Diese nehmen an Umfang zu, während jene paarigen Fortsätze verschmelzen, eine knorpliche Platte darstellen, und so die Scheidewand der Nase bilden. Als Fortsetzung nach oben bildet sich aus ihr die crista galli. Vom obern Rand der ersteren wächst von ihrer Verknorpelung eine Platte hervor, die zuerst horizontal dann mit einer Wölbung die Riechhaut umgiebt, und durch blattartige Auswüchse die Riechmuscheln erzeugt. Ein Theil der horizontalen Platte wird zur lamina cribrosa und andere zu den Zellen der lamina papyracea.

Nur die Entstehung des Riechbeins aus dem vordersten Ende der Belegungsmasse der Chorda läßt dasselbe noch mit einem Wirbelkörper vergleichen; jede andere Analogie fehlt. —

Als Wirbelbogen lassen sich die Seitentheile des Hinterhauptbeins betrachten, welche, um die hier beträchtlich erweiterte Medullarröhre zu decken, eines Schaltstücks der Schuppe des Hinterhaupts bedürfen. Ganz unabhängig von der basis cranii wachsen selbständig in der von Rückenplatten gebildeten Hirnkapsel die Flügel der Keilbeine, die also nie mit Wirbelbogen in Eine Kategorie zu stellen sind. Scheitelbeine und Stirnbein sind ebenfalls blos Schaltstücke. Das Siebbein treibt, da es keinen Theil der Medullarröhre zu umschließen hat, am vorderen Ende die Nasenbeine über dem vomer hervor.

Zwischenkiefer, sowie das aus der Seitenwand der Gehirnkapsel gebildete Felsenbein, stehen in gar keinem Zusammenhang mit der Belegungs-

masse, und liegen daher mit allen ihren Theilen ganz außerhalb des Wirbeltypus. —

Die Entwicklung des Gehirns innerhalb dieser verknöchernden Hüllen beginnt, so wie die Rückenplatten nach oben sich geschlossen haben. Wie dieser von ihnen gebildete Kanal sich nach vorn ausbuchtet, ebenso lagert sich auch die Nervenmasse des Medullarrohrs nach vorn in 3 blasenartigen Ausbuchtungen ab, die man Hirnzellen nennt. Die vorderste tritt zuerst auf, bald dann auch die beiden nächsten, deren hinterste spitz auslaufend mit dem für das Rückenmark bestimmten Theil des Medullarrohrs sich vereinigt. Die Ablagerung der Nervensubstanz geschieht hier ebenfalls vom Grund und den Seiten der Ausbuchtungen; die beiden vordersten werden von ihr bald ganz geschlossen, während die hinterste nur von der Vereinigung der Rückenplatten bedeckt wird, so daß die Medullarröhre hier also anfänglich noch gespalten erscheint.

Aus den 3 ursprünglichen Hirnzellen werden bald fünf dadurch, daß die erste und letzte eine Einschnürung erfährt, während zugleich in der vordern Abtheilung der I. Hirnzelle durch stärkeres Wachsthum der vordern und oberen Wand, zu beiden Seiten der Mittellinie, ein Doppelbläschen gebildet wird.

Aus den drei ursprünglichen Hirnzellen ist dadurch:

1) Das Vorderhirn; 2) das Zwischenhirn; 3) das Mittelhirn; 4) das Hinterhirn und 5) das Nachhirn entstanden. Die beiden letzten sind, wie die ursprüngliche Hirnzelle, noch nicht geschlossen und zeigen oben daher eine längliche Grube. Während dieser Veränderung hat die Axe des anfangs geradelinig verlaufenden Medullarrohrs manchfache Abweichungen von ihrem Verlauf erfahren, und zwar I) eine fast rechtwinkliche Beugung in der Gegend des Mittelhirns; II) eine rechtwinkliche Umbiegung beim Uebergang des Rückenmarks in das Nachhirn; III) endlich eine sehr starke spitzwinkliche Zurückbeugung des Hinterhirns gegen das Nachhirn.

Durch weitere Entwicklung des Vorderhirns, welches rascher und stärker wächst als das Zwischenhirn, wölbt sich das erstere allmählig nach rückwärts über das zweite immer mehr herüber, wobei es zugleich durch das Spalten des vorderen Theils des Zwischenhirns unterstützt wird, und allmählig bedeckt es als die großen Hemisphären das Mittelhirn und Hinterhirn mit einer Höhle im Innern, die sich jedoch durch eine mittlere Scheidewand allmählig in zwei getrennte Hohlräume scheidet. Balken, hintere Schenkel des Gewölbes und Ammonshörner sind nur eine weitere Entwicklung dieses Septum, während vom Boden der beiden Vorderhirnzellen aus die Streifenhügel sich bilden.

Durch die in dem Zwischenhirn entstehende Spalte würde die Medullarröhre hier offen münden; allein es haben sich inzwischen die Vorderhirnzellen über diese Spalte, die dritte Hirnhöhle, herübergewölbt und zugleich wird das Zwischenhirn (in seiner oberen Parthie zum Sehhügel ausgebildet) solid.

Das Mittelhirn, ebenfalls im Verlauf der Entwicklung von den Hemisphären überwölbt, nimmt an Masse zu, wird bis auf einen Kanal im Innern, den aquaeductus Sylvii solid, bildet durch größere Massenanhäufung unten die Hirnschenkel, während durch eine kreuzförmige Einsenkung oben die vier Hügel entstehen.

Die anfängliche Grube des Hinterhirns wird zunächst den vier Hügeln von einem Markblatt gedeckt. Das ganze Hinterhirn wird durch

weitere Ablagerung von Nervensubstanz zum kleinen Gehirn, während das Nachhirn sich zur medulla oblongata mit seiner bleibenden Rautengrube entwickelt, und an der unteren Wand der III. Hirnzelle, wo sie die starke Beugung nach vorn, und dann wieder nach rückwärts macht, lagert sich eine Hirnmasse ab, welche zur Brücke wird.

In Beziehung auf die Entwicklung von Auge, Ohr und Geruchsorgan haben wir für unsere Zwecke nur hervorzuheben, daß die Augen als ein Paar Ausbuchtungen an der vorderen Hirnzelle zuerst auftreten, die Ohren, und zwar blos ihr innerer Theil (Labyrinth), bläschenartige Hervorstülpungen der Medullarröhre zwischen Hinterhirn und Nachhirn darstellen, während der Riechnerve ebenfalls, nur später als jene beiden anderen Sinnesnerven, aus der vorderen und unteren Wand des Zwischenhirns (nach Reichert) in Form eines Bläschens sich ausstülpt.

Alle diese bisher geschilderten Theile stehen unter einander insofern in engem Zusammenhang, als sie innerhalb der Rückenplatten sich entwickeln. Anders verhält es sich mit der Entwicklung der übrigen Gesichtsknochen, welche ihre Entstehung zunächst der Bildung der Visceralplatten verdanken, doch in einer anderen Weise als die Rippen, mit denen sie zu nahe zusammengestellt wurden. Diese Zusammenstellung übte nicht allein auf die Cranioskopie, sondern auch auf die Physiognomik einen Einfluß, der zu mannichfachen Mißdeutungen Veranlassung gegeben hat. Aus diesem Grunde ist es daher nothwendig, auch auf ihre Enwicklungsgeschichte Rücksicht zu nehmen, um das richtige Verhältniß zwischen Schädel und Gesichtsknochen, und die wahre Analogie zwischen ihnen und den Rippen hervorzuheben. Doch beschränken wir uns hier nur auf die allgemeinsten Umrisse und auf die äußerlich am Lebenden hervortretenden Knochen, welche physiognomischen Werth haben.

Durch das Schließen des Kopf- und Halstheils der Visceralplatten erhebt sich die dadurch gebildete Höhle über die Ebene der Keimblase, und ebenso, wie in dem weiter nach hinten gelegenen Theil der Platten Streifen von Bildungsmasse sich entwickeln, welche später zu Rippen der Wirbel werden, so finden sich auch unterhalb der Gehirnkapsel solche streifenartige Ansammlungen von Zellen, die an Mächtigkeit bald so zunehmen, daß sie viel dicker werden als die Platten, welche zwischen den Streifen endlich ganz verschwinden und Spalten zurücklassen. Die 3 ersten Streifen entsprechen in ihrem Lagerungsverhältniß den 3 Gehirnkapseln und sind als Rippen der Kopfwirbel vollkommene Analoga der Rippen an den Rückenmarkswirbeln. Der vorderste Visceralstreifen, welcher am hintersten Theil der I. Gehirnblase (an der Stelle des späteren Keilbeinkörpers) entspringt, liegt zuerst senkrecht nach unten, sendet aber rechtwinklich an seinem oberen Ende einen Fortsatz aus, welcher längs der Basis des Schädels, aber nicht ganz bis vorn reichend verläuft, daher auch nicht mit dem der andern Seite sich vereinigt. Nun beugt sich aber der Kopf nach vorn fast rechtwinklich in der Gegend der II. Hirnzelle. Durch diese Beugung wird der Fortsatz des Visceralstreifens (früher rechtwinklich mit ihm verbunden) mit diesem selbst fast parallel und unter einem äußerst spitzen Winkel mit ihm gestellt, und es entsteht zwischen Fortsatz und I. Visceralstreifen, der mit dem der anderen Seite zu einem Bogen verschmolzen ist, eine Spalte, welche dem späteren Mundwinkel entspricht. Hinter dieser Spalte liegen, den ferneren 4 Visceralstreifen entsprechend, 4 wahre Visceralspalten.

An der äußeren Seite des Fortsatzes des ersten Visceralstreifens ent-

wickelt sich eine bald verknorpelnde Zellengeneration, die sich zum Oberkiefer und Jochbein umgestaltet. Der Fortsatz selbst wird zum Gaumen- und Flügelbein.

Wie die Belegungsmasse des Fortsatzes hier den Oberkiefer und das Jochbein bildet, in gleicher Weise entsteht aus der des I. Visceralbogens selbst der Unterkiefer, dessen Gelenk durch eine ähnliche Abgliederung entsteht, wie die Gelenkverbindung der Rippen mit den Wirbeln. Die übrigen Visceralbogen, welche zur Entwicklung der Gehörknöchelchen, des Zungenbeins, des processus styloideus Veranlassung geben, haben hier für uns weniger Werth; es ist nur zu bemerken, daß uns Hammer, Ambos, Steigbügel, Zungenbein und processus styloideus unmittelbar aus den Visceralstreifen selbst hervorgehen, nur sie Analoga mit den Rippen bilden, während alle anderen Knochen, Oberkiefer, Jochbein, Unterkiefer, Gaumenbein, Flügelbein 2c. nur bei den anderen Rippen nicht vorkommende Belegungsstücke sind. — Aus alle dem ergiebt sich für die typische Entwicklung nicht allein des Menschen, sondern der Wirbelthiere überhaupt, daß Rückenmark und Gehirn sammt ihren Umhüllungen, aus einer flüssigen homogenen Masse, die zwischen den zu einem Kanal verschmolzenen Rückenplatten sich befindet, ausgeschieden werden: die endliche Form dieser Gebilde der Centralorgane ebenso gut, wie ihrer Umhüllungen, ist bei jeder Gattung, bei jeder Species schon von vorn herein gegeben, und nicht etwa, weil das große Gehirn beim Menschen sich über die übrigen Hirntheile herüberzuwölben strebt, muß die Bedeckung desselben dieser Tendenz folgen, sondern (wenn man das Bild beibehalten will): es strebt die zum Schädel sich ausbildende Zellenmasse ebenso gut, wie das Gehirn, die Form anzunehmen, welche nöthig ist, um das Ueberwölben der Hemisphären bis über das kleine Gehirn hin möglich zu machen. — Daß der Grund der Formbildung überhaupt in der Gegenwirkung der im befruchteten Keim gegebenen Substanzen liege, wird nicht zu leugnen sein. Sind wir aber berechtigt anzunehmen, daß die innerhalb einer Species vorkommenden individuellen Verschiedenheiten der Form abhängig sind von den während der Entwicklung auf einander wirkenden Massen und ihren Kräften, durch deren zufällig sich ändernde Constellation die endliche individuelle Form, mit allem was sie zur Individualität des Geistes beizutragen vermag, bedingt wird? Bei allen Thieren, welche in der ursprünglichen Umgebung, für welche ihre Organisation berechnet ist, leben, bei den Menschen, welche nicht durch manchfache Kreuzung der Racen gemischt und mehr in dem ursprünglichen Naturzustande leben, zeigen sich z. B. an den Schädeln bei weitem nicht jene Mannichfaltigkeiten der Form, wie dort, wo das Gegentheil Statt gefunden hat. Die Schwankungen der individuellen Form sind um so seltener, je gleichbleibender die Bedingungen bei der Begattung sind. Mißgeburten, Monstrositäten aller Art können bei den Thieren, auch bei ganz gleichen Bedingungen der Zeugung auftreten, ebenso wie bei den am wenigstgemischten Menschenracen. Diese unterscheiden sich aber wesentlich von der blos individuellen Formverschiedenheit dadurch, daß sie außerhalb des allgemeinen Organisationsplans eines Individuums der Species liegen. Die gleichzeitige Seltenheit von Mißbildungen und individueller Formverschiedenheit bei Thieren, welche in vollkommener Freiheit leben, und bei Menschen, die sich noch mehr in dem ursprünglichen Naturzustand befinden, giebt uns noch kein Recht, für beides die gleichen Ursachen vorauszusetzen. Ihr ganzes Leben verläuft

innerhalb einer Umgebung, für welche die Organisation ihres Körpers berechnet ist; die Bedingungen ihrer Entwicklung sind weniger gestört als da, wo die mannichfachsten Einflüsse möglich werden, welche die normale Entwicklung aufhalten oder modificiren können. Wie daher überhaupt bei ihnen Krankheiten als anomale Processe des Lebens selten sind, so sind auch anomale Processe der Entwicklung nicht so häufig. Wenn nun bei der Entstehung der Thiere einer Species oder einer Varietät sehr wohl Mißbildungen und Deformitäten auftreten können, nie aber solche individuelle Formverschiedenheiten, wie bei Kreuzung der Racen oder bei der Entwicklung der menschlichen Embryonen, so dürfte es scheinen, als ob wohl Mißbildungen von zufälligen Einflüssen bei der Entwicklung, die individuellen Formen aber unmittelbar von dem Act der Zeugung abhängig wären. Daß dieser selbst, abgesehen von der schwer oder unmöglich zu analysirenden Substanz des Eies oder Samens von Einfluß auf die Ausbildung der individuellen Form sein könne, dürfte die Verschiedenheit der Kinder gleicher Eltern darthun, von denen das eine dem Vater, das andere der Mutter ähnlicher ist, während ein drittes vielleicht eine ausgesprochenere Mischung der Form beider Eltern ꝛc. zeigt. Wenn nun eine anomale Beschaffenheit der einen oder anderen Materie (des Samens oder des Eies), die bei der Zeugung in Contact kommen, vorhanden ist, so kann allerdings auch durch diesen Act schon die Ursache zu späteren Deformitäten gegeben sein, allein an ihrem Auftreten ist nicht die Begattung als solche, sondern die Abnormität der Substanzen schuld, durch deren Aufeinanderwirken ein Keim sich abnorm entwickelt. Man kann mir aber den Einwurf machen: wenn zufällige Ereignisse, zufällige, nicht ursprünglich beim Organisationsplan berechnete, Einflüsse die auffallendsten Deformitäten, wie Hemi- oder Acephalen, Hermaphroditenbildung, u. dergl. zur Folge haben können, warum sollen sie nicht ebenso gut geringere Abweichungen der Form, die noch innerhalb der normalen Grenzen gelegen sind, bedingen können? Wo ist überhaupt da die Grenze zwischen dem abgeplatteten Hinterkopf, dem Schädel des Cretinen und des Hemicephalus?

In Beziehung auf die erste Frage ist zu erwähnen, daß, wie auch immer die Umstände modificirt, die Verhältnisse, unter denen ein Wesen sich entwickelt, variiren mögen, niemals eine Monstrosität auftreten kann, die außerhalb des Typus der Gattung liegt. Alle jene Erzählungen von Centauren, Sirenen u. dergl. sind Fabeln einer aufgeregten Phantasie, welche sich mit dem in früheren Zeiten so großen Schrecken erregenden Anblick von Mißgeburten verwebte. Warum sollten denn aber die verschiedenen Substanzen, welche in abnormer Weise auf einander wirken, nicht ebenso gut Mischungsgestalten von Fisch und Mensch u. dergl. hervorrufen können, wenn nicht von vornherein die Möglichkeit einer solchen Aufeinanderwirkung abgeschnitten wäre, wenn nicht in dem einmal gegebenen Keim und Samen die Eigenschaft gelegt wäre, nur innerhalb der Grenzen seines Gattungstypus neue Generationen zu erzeugen? In der ersten Anlage beider muß schon die Unmöglichkeit gegeben sein, aus diesen Grenzen herauszutreten. Wodurch, wissen wir freilich so wenig, als wodurch die Möglichkeit gegeben ist, sich innerhalb dieser Grenzen zu entwickeln. Der Act der Zeugung ruft unmittelbar die ganze Entfaltung des Eies nach dem Typus der Gattung, oder wo keine Kreuzung stattfindet, innerhalb der Racen selbst hervor. Wenn wir nun finden, daß mit eben solcher Hartnäckigkeit im letzteren Fall selbst bei Menschen, wie z. B. bei

den Negern, an der bestimmten Form der Varietät selbst festgehalten wird, so dürfen wir auch schließen, daß da, wo Kreuzungen der verschiedenen Racen eintreten, ebenfalls die Abweichung von dieser oder jener bestimmten Racenform, um diese oder jene individuelle Abweichung zu erzeugen, von vornherein schon durch den Act der Zeugung bedingt sind; daß hier ebenfalls Vorkehrungen getroffen sind, welche den modificirenden Einfluß verschiedener Zufälligkeiten eliminiren, und in derselben (unbegreiflichen) Weise die individuelle Form vom ersten Moment an bedingt ist, wie die typische der Gattung im Allgemeinen.

Außer den angeführten Thatsachen haben wir einen, in den Naturwissenschaften freilich nicht absolut maßgebenden, doch aushilfsweise brauchbaren teleologischen Grund, welcher uns annehmen läßt, daß es nicht jedweder Reihe von Zufälligkeiten, die den Keim während seiner Entwicklung treffen, möglich werden darf, die individuelle Form abzuändern, welche auf die Geschichte des Menschengeschlechtes im Großen von ebenso hoher Bedeutung ist, als die typische Gattungsform für die Welt der Geschöpfe überhaupt.

Zur Beseitigung des zweiten Einwurfs, der uns in eine Theorie der Mißbildungen führen würde, nur ein Paar Worte: Vergleicht man sämmtliche Deformitäten in Bischoff's Classification[1]), so findet man durchgehends eine gewisse Gesetzmäßigkeit ihrer Entstehung, welche alle Zufälligkeiten, die sie veranlaßt haben konnten, beherrscht. Bezeichnet man den Grund dieser Gesetzmäßigkeit der Kürze wegen mit der Idee der Gattung, so lassen sich unter jenen 3 aufgestellten Gesichtspunkten sämmtliche Mißgeburten scharf trennen von jenen, innerhalb der normalen Grenzen auftretenden, Schwankungen der Form.

Behalten wir jenen Ausdruck »der Idee« bei, ohne damit für Unerklärbares mehr als eine allgemeine Bezeichnung zu geben, so kann man sagen, daß durch äußere Zufälligkeiten diese Idee wohl veranlaßt werden könne, weitere Gebilde aus noch nicht differenzirten Gebilden des Keims zu produciren, oder gehindert, die normale Menge der einzelnen Organe hervorzurufen, daß keine Zufälligkeit aber je im Stande ist, ihr eine andere Richtung zu geben, in deren Folge die Zwecke der einzelnen Organe geändert werden könnten. Immer ist ein ganzes Organ, also ein Complex differenter, zu einer Endwirkung verbundener, Theile zu viel oder zu wenig oder in der Entwicklung gehemmt, nie aber dieser oder jener Theil desselben so umgestaltet, daß man sagen könnte, von seiner Deformität sei die der übrigen Theile bedingt, wie ja auch bei der normalen Entwicklung jedes Organ gleichzeitig in allen seinen Theilen von jener Idee bestimmt wird, so oder so sich zu gestalten. Auch die Entwicklung der individuellen Form kann nicht den Zufälligkeiten unterworfen sein, sondern muß sich der Gesetzmäßigkeit der Gattungsidee fügen, welche jedoch durch den Act der Begattung verschiedener Individuen einen Impuls bekommen hat, bis zu einem bestimmten Grad in verschiedenen Richtungen sich hier, so dort, so geltend zu machen, wobei jedoch eben nie der Gattungstypus verändert werden kann. Nur so ist es denkbar, daß sich eine so unendliche Mannichfaltigkeit der Individualitäten bilden kann, während verhältnißmäßig so wenig Mißbildungen geboren werden. Hätten beide gleiche Ursachen, so müßten sie beide auch beiläufig gleich oft vorkommen.

1) Handwörterbuch, Bd. 1, S. 901 ff.

Wir bedurften dieser Erörterungen, um daran festhalten zu können, daß alle Theile der Form gleichzeitig entsprechend den Grundbedingungen sich entwickeln, welche durch die Zeugung gegeben sind, welche in dem einen individuellen Fall schon von vornherein den Schädel z. B. sich so zu bilden bestimmen, daß das Gehirn mit seiner ebenso von vornherein bestimmten Gestalt in denselben genau passe, daß nicht eine Zufälligkeit den Schädel bestimmen kann, hinten breiter zu werden und dadurch erst die Form des Gehirns zu ändern, oder daß eine größere Anhäufung von Gehirnmasse in der Vorderhirnzelle den Schädel an der entsprechenden Stelle auseinandertreibe.

Diese Bekämpfung einer mechanischen Ansicht von dem Einfluß des Wachsthums, welchen das Gehirn auf die Schädeldecken ausüben könnte, wird noch wichtiger für die Entwicklung des Kopfs neugeborener Kinder. — Es ist bekannt, daß bei ihnen die Schädeldecken noch nicht an allen Punkten knöchern geworden sind, daß sich vielmehr an den Begrenzungsflächen von Stirnbein und Seitenwandbein, ebenso von Seitenwandbein und Schuppe des Hinterhaupts, weiche Hautmassen befinden, die sogenannten Fontanellen, und daß ebenso die Nähte noch beweglichere Verbindungen zwischen den einzelnen Schädelknochen bis zu den späteren Jahren ihrer Verknöcherung bilden.

War nun die Entwicklung des Gehirns während des Embryonallebens lediglich von der einmal durch die Begattung gegebenen Richtung bedingt, von diesem Organ alles fern gehalten, was von außen einen Einfluß auf dasselbe haben konnte, so verhält sich nach der Geburt die Sache anders. Mit dem Erwachen des Sinneslebens des Kindes wird das in jener Organisation noch fortschreitende Gehirn manchfach von der äußern Umgebung angeregt. Diese Anregungen können nicht ohne Einfluß auf die Ausbildung der Organe wirken, durch deren Vermittlung wieder Rückwirkungen auf die Außenwelt hervorgerufen werden sollen. Kann jetzt nicht die allmählige Weiterentwicklung des Gehirns einen Einfluß auf die Umhüllung gewinnen, welche derselben ganz passiv folgt? Die Consistenz des Gehirns ist niemals so bedeutend, daß bei seinem Wachsthum die Theile der äußeren Bedeckungen auseinandergedrängt werden könnten, denn die Fontanellen und jene, die Begrenzungsflächen der Schädelknochen verbindenden, Häute besitzen eine viel zu große Resistenz, als daß sie dem Druck des sich vergrößernden Gehirns nachgeben könnten. Ein anderer mehr physiologischer Zusammenhang des gleichmäßigen Wachsthums beider wäre eher denkbar. Wir kennen die Häufigkeit der Gehirnkrankheiten der Kinder, welche größtentheils aus einem vermehrten Blutandrang des Blutes nach diesem Organ abzuleiten sind. Diese Gehirncongestionen stehen jedenfalls in einem engen Zusammenhang mit den nach der Geburt durch die äußern Eindrücke eingeleiteten, häufigen und intensiven Erregungen der Centralorgane, die nach dem alten Satz, ubi irritatio, ibi affluxus von einem vermehrten Zufluß von Blut begleitet sind, welches normal zur weiteren Entwicklung, abnorm zu Hydrocephalus und Apoplexie Veranlassung geben kann. Die enge Verbindung der Blutgefäße des Hirns mit denen des Schädels machen eine gleichmäßige Ernährung beider denkbar, obgleich wir auch jetzt noch nicht den Gedanken aufgeben dürfen, daß die ursprünglich in der Zeugung gegebenen Bedingungen noch mit fortwirken, und die einmal im befruchteten Keim prädestinirte Form hauptsächlich bestimmen. Dieses Fortwirken muß angenommen werden, da durch ganz

neue äußere Verhältnisse, in welche z. B. ein Thier gesetzt wird, erst bei der 3. oder vielleicht viel späteren Generation und ganz allmählig erst Formabweichungen entstehen, die trotz der Macht der Umstände (bei der ersten wie bei der 5. Generation etwa gleich und gleich groß) nicht auf einmal die ursprüngliche Richtung verlassen kann. Es muß aber ferner darum angenommen werden, weil wir bei Amphibien z. B. abgeschnittene Extremitäten wieder nach denselben complicirten Bildungsgesetzen sich regeneriren sehen, wie die ersten, weil wir endlich bei der fortwährenden Metamorphose unserer Organtheile das Alte stets annähernd wieder in der alten Form erneuert finden. Daß diese Grundbedingungen im Kind außerhalb des Mutterleibes vielfachere Störungen erfahren können, als innerhalb desselben, bedarf keines Beweises, erklärt aber zugleich auch die Häufigkeit der Erkrankungen und Sterbefälle unter den Kindern im ersten Lebensjahr. Wo die äußeren Einwirkungen Processe hervorrufen, die adäquat den ersten Grundbedingungen sind, wird die Form sich ungehindert ausbilden können, wo dies nicht der Fall ist, entstehen Krankheiten oder der Tod tritt ein, indem der Organismus dem Conflict innerer und äußerer Bedingungen unterliegt. Damit ist zugleich selbst jene mehr physiologische Anschauungsweise des Verhältnisses zwischen Wachsthum des Hirns und Wachsthum des Schädels mehr zurückgedrängt, und wie wenig endlich die Entwicklung sogenannter Organe des Hirns mit den Protuberanzen am Schädel zusammenhänge, dürfte sich aus folgenden Betrachtungen ergeben.

Die Knochen des Schädels wie seine Muskeln entwickeln sich nach Rathke[1]) aus einer zu beiden Seiten des Primitivstreifens sich ablagernden Zellenmasse, welche allmählig die ursprünglichen Rückenplatten verdrängen. Muskeln und Knochen sind differenzirte Gebilde ein und derselben Grundlage und ihre Entwicklung geht Hand in Hand. Wenn man daher bei reißenden Thieren den Längenkamm zwischen Hinterhaupt und Scheitelbeinen außerordentlich entwickelt findet, während er bei dem Menschen fehlt, so darf man sich nicht vorstellen, als haben die excessiv bei jenen sich entwickelnden Temporalmuskeln die übrige Zellenmasse erst bestimmt, sich in entsprechend große Knochenmassen umzuwandeln, sondern beide sind eben durch die gleichen Ursachen vom Beginne der Entwicklung an bestimmt, den Zwecken der übrigen Organisation und der Lebensweise des Thieres angemessen, in viel höherem Grad sich zu entwickeln, als beim Menschen.

Wenn man aber geglaubt hat, daß die Protuberanzen am menschlichen Schädel mit durch die Thätigkeit der Muskeln hervorgerufen würden, so läßt sich diese Ansicht von vornherein schon für die größte Anzahl der Gall'schen Organe widerlegen. An den Theilen des Schädels, welche über einer Linie liegen, die von den Augenbrauenbogen längs der linea semicircularis bis zum Hinterhauptsbein gezogen wird, würden, wenn die Muskeln durch ihre Contractionen eine Wirkung auf die Knochenbildung ausüben könnten, alle Erhabenheiten in ihrem Entstehen eher unterdrückt als stärker entwickelt, denn über sie alle geht die mit dem Periost nur ganz locker verbundene galea aponeurotica, und an keinem Punkt dieses Schädeltheils setzt sich irgend ein Muskel an. Anders könnte es sich am Hinterhaupt oder an dem Augenbrauenbogen verhalten, wo einerseits die

1) Müller's Archiv 1838, S. 361.

Galea ihre fixen Punkte, andererseits eine Reihe von Muskeln ihre Ansätze haben, welche durch eine angeborene, oder in der ersten Zeit des Extrauterinlebens erworbene, Stärke zugleich eine partielle Hypertrophie der äußeren Glastafel zur Folge haben könnten. — Ich sage, der äußeren Glastafel, denn gerade an diesen Stellen zeigt sich bei allen aufgesägten Schädeln die auffallendste Abweichung vom Parallelismus der äußeren und inneren Contouren des Craniums, so zwar, daß der Radius der äußeren Bogenlinie um 1—1½ Linien mehr verlängert ist als an den anderen Stellen. — Der Zweck solcher stärkeren Ausbildung der Knochenmasse an den Stellen, wo sich Muskeln ansetzen, kann kein anderer sein, als den Muskeln eine größere Fläche für ihre Ansatzpunkte zu gewähren, welche ihnen um so nöthiger ist, je größer die mechanischen Effecte sind, welche sie leisten sollen.

Daß selbst in Folge häufiger Anstrengungen der Muskeln, wie in ihrer Substanz selbst, eine Massenanhäufung, so auch eine Vergrößerung der Knochenoberfläche und deren Substanz später sich entwickeln könne, wird nicht zu leugnen sein, und aus ein und demselben Grund wird sich die Muskel- wie die Knochenhypertrophie erklären lassen. Allein es ist dies nur da denkbar, wo Widerstände zu überwinden sind, welche die normale Muskelkraft in zu hohem Grad in Anspruch nehmen. Die bloße Häufigkeit der Muskelcontraction thut's nicht allein, sonst könnte es wohl keinen Erwachsenen ohne Herzhypertrophie geben, die wir dagegen nur da eintreten sehen, wo abnorme Widerstände zu überwinden sind; ebenso zeigen sich die Muskeln und Knochen der Hand nicht dann stärker entwickelt, wenn sehr häufige, sondern nur dann, wenn sehr heftige, große Widerstände überwindende, Bewegungen von ihr ausgeführt werden. Die mimischen Muskeln, zu denen der frontalis und der occipitalis ja auch gehören, haben überhaupt keine mechanischen Effecte hervorzurufen, und wenn auch noch so oft die Stirne gerunzelt oder die Augenbrauen zusammengezogen werden, so geschieht dies ohne alle Ueberwindung von Schwierigkeiten und es ist damit weder zu ihrer Hypertrophie, noch zu der ihrer knöchernen Ansatzpunkte Gelegenheit gegeben. Die Protuberanzen an dieser Stelle werden daher nicht in Folge ihrer häufigen Contractionen entstanden sein können. Am Hinterhaupt, wo sich die Nackenmuskeln ansetzen, verhält es sich anders. Hier sind bestimmte Widerstände zu überwinden, nämlich die Schwere des Kopfs, und so sehen wir auch bei den Thieren, die z. B. riesige Geweihe tragen, die Knochenmasse an jener Stelle bedeutend vermehrt, um die starken Nackenmuskeln, um das starke ligamentum nuchae entsprechend zu befestigen. Wohl können sich daher hier bei stärkerer Entwicklung der Gewebe, überhaupt bei größerer Massenhaftigkeit der Muskeln, größere Dichtigkeit der Knochen, also bei sogenanntem athletischen Habitus, wo das ganze Gewicht des Schädels ein bedeutenderes ist, die Nackenmuskeln und mit ihnen ihre knöchernen Ansatzpunkte stärker entwickeln und Protuberanzen an den Stellen erzeugen, wo nach Gall das Organ des Muths, der Mordsucht u. s. w. liegt. Doch zeigt sich auch an weiblichen Schädeln, deren ganzes Gewicht geringer ist als das der männlichen Schädel, gerade in jener Gegend eine größere Wölbung, die also wohl nicht von der Wirkung der Nackenmuskeln abhängig sein kann; wohl aber können die einzelnen hervorragenden Punkte am Hinterhaupt, welche den Ansätzen der Nackenmuskeln entsprechen, auch beim Weibe in Folge mechanischer Ursachen stärker entwickelt sein. Da dieselben beim Tragen von

Lasten auf dem Kopf oder den Schultern oft in hohem Grade in Anspruch genommen werden, und besonders von der Classe von Menschen, deren Schädel am häufigsten in unsere anatomischen Kabinette kommen.

Klar ist nach allen dem, daß, wenn auch die Form des Schädels im Allgemeinen in innigem Zusammenhang mit der Bildung des Gehirns steht, dieselbe einmal auf keine Weise in ihrer Entwicklung von der des Gehirns abhängig sein kann, sondern daß beide gleich berechtigt zu ihrer bestimmten Form durch den Act der Zeugung, und daß diese Form durch die Zusammenwirkung der Ursachen bedingt ist, welche die Ausbildung einer bestimmten Individualität sichern; daß ferner die einzelnen Erhabenheiten am Schädel, die in vielen Fällen nicht entsprechenden Vertiefungen der inneren Glastafel gegenüber liegen, in gar keinem Zusammenhang mit der Form des Gehirns stehen, daß endlich nur eine beschränkte Gruppe von Punkten am Hinterhaupt in Beziehung zu Muskelmassen und deren Thätigkeit steht, welche sich dort ansetzen, daß also die größte Menge der von Gall angenommenen einzelnen Organe, so weit sie sich an der äußeren Oberfläche des Schädels erkennen lassen, zu den zufälligen Gebilden und Formationen gehören, von denen sie nur eine vorgefaßte Meinung von der Dignität dieses Theils des menschlichen Körpers hat trennen können. Wenn man so mannichfache Abweichungen und Verschiedenheiten in der Anlage großer Gefäßstämme doch auch nicht gleich mit bestimmten Zwecken verbunden und bedeutungsvoll für das Ganze nehmen will, warum verlangt man eine so große Rigorosität in der Anlage größerer oder kleinster Gefäße in der Knochenhaut, von der aus die äußere Glastafel ernährt, und in Folge der Ernährung wieder fortwährend in bestimmter Weise regenerirt wird, da gar nichts darauf ankommt, ob diese äußere Platte des Schädels hier oder dort mehr erhaben oder vertieft ist, wenn nur der inneren Platte ihre Form gesichert ist, und nicht durch Knochenwucherungen nach innen ein Druck auf das Gehirn etwa ausgeübt werden kann.

So erscheinen uns also alle jene, bloß der äußeren Glastafel angehörigen, Protuberanzen ganz bedeutungslos, weniger dagegen die ganze Form des Schädels in seinen Hauptdimensionen, welche schon einen viel significanteren Abdruck der Formation des Gehirns bilden.

Auf der Betrachtung dieser Dimensionen beruhen die weiteren Versuche eine wissenschaftliche Cranioskopie zu gründen, die von Carus und in jüngster Zeit von Hagen[1]) gemacht wurden.

Die leitenden Ideen in der Craniologie von Carus sind in der Kürze folgende:

1) Sämmtliche Knochen sind bloß Variationen einer Grundform, nämlich des Wirbels. Am Schädel ist die Analogie vollkommen, so daß hier noch 3 vollständige Wirbel, entsprechend den 3 ersten Gehirnblasen, nachzuweisen sind.

2) Bei der augenfälligen Beziehung des Knochensystems zu dem Nervensystem wächst die Dignität eines Knochens in dem Maaß, als er einen wichtigeren Abschnitt des letzteren umschließt, wobei besonders auf das gegenseitige Verhältniß beider in ihrer Entwicklung Rücksicht zu nehmen ist. Die hiernach aufgestellte Rangordnung ist: Schädelwirbelsäule, Antlitzwirbelsäule, Rückgrath.

3) Das Gehirn ist Centrum aller Primitivfasern, die hier ihre End-

1) Psychologische Untersuchungen. Braunschweig, 1847. S. 71 ff.

umbiegungen bilden, und die Energie des Gehirns und seiner einzelnen Theile steigt in dem Maaß, je weiter die vom Rückenmark her eintretenden Fasern in dieser oder jener Richtung hin innerhalb ihrer Belegungs- (Ganglienkörper-)masse verlaufen.

4) Die Richtung, in der dies geschieht, oder die Region des ganzen Schädels, ist von Wichtigkeit, weil 3 solche hintereinander liegende Abtheilungen zu unterscheiden sind, entsprechend den 3 ursprünglichen Gehirnblasen und den 3 Schädelwirbeln. Diese 3 Gehirnmassen, welche sich aus jenen ursprünglichen Gehirnblasen entwickeln, sind 1) vorn die Hemisphären, entsprechend dem I. Wirbel; 2) Sehhügel, entsprechend dem II. Wirbel; 3) kleines Gehirn, entsprechend dem III. Wirbel.

5) Aus der vergleichenden Anatomie und Physiologie und dem Experiment ergiebt sich die Bedeutung der 3 Gehirnabtheilungen und zwar so, daß die Hemisphären der Intelligenz, die mittlere dem unbewußten Empfinden und Gegenwirken (Perceptio, Reflexio), dem Gemüth, die hintere Abtheilung des Gehirns (kleines Gehirn) dem Trieb, dem Thun (agere, instinguere), haupsächlich dem Geschlechtstrieb als Organe dienen.

Hauptschlußfolgerung: Die Eigenthümlichkeit der Persönlichkeit muß sich um so bestimmter in einem Theil des Knochensystems ausdrücken, je höher dessen psychische Eigenthümlichkeit steht. Ferner: »Die Entwicklung der Hemisphärenmasse innerhalb des Vorderhauptwirbels ist das Symbol des Grades eines zum Bewußtsein gesteigerten Erkennens. Die Entwicklung der Hemisphärenmasse oberhalb der zweiten Hirnmasse und innerhalb des Mittelhauptwirbels ist das Symbol der zum bewußten Gemüthsleben gesteigerten dunklen Erfühlung und Gegenwirkungen, und die Entwicklung der Hemisphären oberhalb des kleinen Gehirns und innerhalb des Hinterhauptwirbels ist das Symbol der zum bewußten Begehren und Wollen gesteigerten Willkühr und Instinktsäußerung, während ganz nach unten, da, wo noch das kleine Gehirn selbst den Hinterhauptwirbel nach außen wölbt, sich insbesondere das mindere oder stärkere Vorherrschen des dem kleinen Gehirn mit einwohnenden Geschlechtstriebes markirt.« Also I. *Vordere Hirnmasse*: Hemisphären. Vorstellen. Erkennen. Einbilden. II. *Mittlere Hirnmasse*: Vierhügel. Gefühl vom Zustand des eignen Bildungslebens (Gemeingefühl), Gemüth. III. *Hintere Hirnmasse*: Kleines Hirn. Wollen. Begehren. Fortbildung der Gattung. Das also wären nach *Carus* die drei Grundvermögen der Seele, deren Organe die 3 großen ursprünglichen Gehirnabtheilungen bilden.

Diesen mit 3 bestimmten Kopfwirbeln correspondirenden Abschnitten entsprechen nach ihm die 3 aus ihnen hervorgehenden höheren Sinnesnerven, so zwar, daß aus dem Vorderhirn der Riechnerv, aus dem Mittelhirn der Sehnerv, und aus dem Hinterhirn der Hörnerv entspringt. Die Energie dieser 3 Nerven wird mit der Thätigkeit der 3 Ursprungsstellen und deren Thätigkeit in Einklang gebracht, und zugleich für die Möglichkeit, von Außen die Größe ihrer Energie zu messen, angegeben, daß die aus den ursprünglichen Gehirnblasen hervorkeimenden Sinnesorgane die Hüllen des Gehirns zur Entwicklung von Zwischenwirbeln anregen, welche am klarsten am Felsenbein (Grundtheil, os petrosum, Bogenstück, os temporis, Stachelfortsatz, os Wormianum) hervortrete, während an den anderen Sinnesnerven sich die Knochen der Hauptwirbel nur entsprechend stärker entwickeln, ohne daß es zur Bildung eines eigentlichen Zwischenwirbels kommt. —

Ehe wir nun die Art der Messung der verschiedenen Dimensionen und die Zahlenresultate dieser Messungen weiter verfolgen, müssen wir vor Allem die einzelnen Prämissen der Schlußfolgerungen und endlich diese selbst einer genaueren Prüfung unterwerfen, um zu sehen, ob die angestellten Messungen wirklich maßgebende Resultate für die Beurtheilung der psychischen Individualitäten liefern können.

ad 1) Die Theorie von der Wirbelanalogie sämmtlicher Knochen ging zunächst von Oken aus, und wurde hierauf mit großer Vorliebe von Carus angenommen und weiter ausgebildet. Da die Schlußfolgerungen aus jener Theorie nur für einzelne Punkte des ganzen Skelets hier für uns von Wichtigkeit sind, so ist es nicht nöthig, diesen ersten Satz einer ausführlichen Kritik zu unterwerfen, sondern wir haben nur die Frage im Allgemeinen zu lösen, mit welchem Recht diese Theorie den Wirbel als die Einheit [1]) annimmt, mit der alle übrigen Knochen gemessen werden sollen. Die Deutung einer Form kann immer nur aus der Erkenntniß ihres Inhalts, d. h. aus dem Zweck und der Function derselben hervorgehen, und »da ein jedes Organ, das was es ist, nur durch die Art seiner Entwicklung wird, so kann sein wahrer Werth nur aus seiner Bildungsweise erkannt werden« [2]). Folglich haben wir für die Symbolisirung einer organischen Form auch nur zwei Anhaltepunkte: ihre Function und ihre Entwicklung. Wo diese beiden bestimmenden Momente fehlen, bleibt noch eine dritte Möglichkeit, eine complicirte Form in ihrem Verhältniß zu der sie bestimmenden Einheit zu berücksichtigen und daraus abzuleiten. Die Auffindung dieser Einheit wird um so schwieriger, je weniger bestimmte, der Messung und Berechnung zugängliche, Begrenzungen der Formen gegeben sind, je weniger Mittel uns zu Gebote stehen, dieselben auf die einfachste Form zurückzuführen. Durch beliebiges Abnehmen oder Zufügen von Masse läßt sich jede Form von jedweder anderen ableiten; soll also der Willkür und der Phantasie nicht allzufreier Spielraum gegönnt werden, so müssen diejenigen Wege bei der Untersuchung eingehalten werden, welche factisch aus der einen Form die andere ableiten lassen. Dies ist wohl bei den Krystallen möglich, deren manchfache Form sich durch die nur nach gewissen Richtungen hin mögliche Spaltbarkeit auf einige wenige Grundformen zurückführen, und so eine Herstellung der ursprünglichen Bildung in bestimmte Grenzen zuläßt; die organischen Gebilde dagegen sind sämmtlich aus ein und derselben Form, nämlich der Elementarzelle oder den Elementarkörnchen hervorgegangen, und es ist daher unmöglich, unter ihnen gewisse Sippen aufzustellen, denen bestimmte Grundformen als Einheit dienten, ohne auf ganz willkürlichen Punkten Halt zu machen. Henle hat auf diese Unterschiede zwischen organischer und anorganischer Formbildung schon aufmerksam gemacht, und darauf hingedeutet, daß die organischen Elemente und selbst einfacheren Gebilde nicht mehr mit einzelnen Krystallen, sondern mit Gebirgsformationen vergleichbar seien, welche mit gewissen Typen gewisse Mischungen der Steinarten repräsentirten. So wenig, als nun der Geognost irgend einen, ihm aus einem bestimmten Grund besonders wichtig erscheinenden, Berg oder Felsblock als Prototyp für die anderen hervorheben und sagen würde: alle übrigen herumliegenden Berge oder Felsen seien nur abgeleitete Formen von jenem, so wenig

1) Carus Physiologie III. S. 322.
2) v. Bär Entwicklungsgeschichte I. S. 233.

Grund sehe ich, gerade die Wirbelkörper als Prototype hervorzuheben und auf ihre Formation alle anderen Knochen vom Scheitel bis herab zur Fußzehe zu beziehen. Ganz bestimmt hängt die Uebereinstimmung der kegelförmigen Granitberge mit ihrer Mischung und Entstehungsart zusammen, und ganz gewiß entsprechen die verschiedenen Bildungen der Knochen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Entwicklung, allein jeder einzelne Knochen ist nicht nach dem Muster oder Schema eines Wirbels gebaut, wie etwa die mannichfachen gothischen Verzierungen auf die einfache Grundform des Drei- oder Vierecks sich reduciren lassen, sondern jeder Knochen ist für sich und in Beziehung auf seinen Zweck zu betrachten. Das Letztere können wir freilich nicht für die einzelnen Bergrücken und Kuppen nachweisen, allein, und eben darin ist die Deutung der Knochenformen erleichtert, bei diesen können wir den Zweck der Form und damit ihre Stellung zum ganzen Körperbau leichter einsehen, aber eben freilich nur bis zu dem Punkt, wo die Entwicklungsgesetze bereits fixirt sind, d. h. nicht über den Act der Schöpfung hinaus. Die organische Einheit, auf die alle Knochengebilde zurückgeführt werden können und müssen, sind die organischen Zellen, und nicht dieser oder jener Knochen. Damit gewinnt man für die Deutung wenig, denn dies ist eben die Einheit aller organischen Gebilde, und aus Zellen kann Alles werden, was die organische Kraft überhaupt zu produciren vermag. Der Zweck der Knochen ist: zu schützen oder zu stützen. Das erstere durch Bildung von Hohlräumen, das zweite durch Bildung hohler Cylinder oder massiver Stücke, deren Form wieder von weiteren Zwecken abhängt. Es ist nicht der Wirbeltypus durch alle Knochen fest gehalten, sondern je nach dem Zweck des einzelnen Knochens für das einzelne Glied, das er stützen oder schützen soll, ist seine Form bestimmt. Die Höhle wird entsprechend dem zu schützenden Inhalt, und gleichzeitig mit ihm gebildet, wie die Stützen entsprechend und gleichzeitig mit ihren weiteren organischen Gebilden, den Muskeln, durch deren Ansätze die äußere Configuration der Knochen bedingt wird. Wenn auch die Wirbeltheorie und das Studium dieser Gebilde von hohem Werth und fruchtbringend für die vergleichende Anatomie der ganzen Skelete der Wirbelthiere ist, so ist sie nutzlos für die Vergleichung der sämmtlichen Skelettheile des Menschen unter sich.

Das größte Gewicht legt Carus auf die vollkommene Analogie der 5 Schädelwirbel und der Rückgrathswirbel. Dem so wahren Ausspruch von Bär folgend, müssen wir hier auf die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Schädeltheile zurückweisen, welche wir oben nach den sorgfältigsten neueren Untersuchungen mitgetheilt haben. Dort sahen wir, daß der Bildungsproceß nur noch beim Hinterhaupt nach der Analogie der übrigen Wirbel vor sich geht, daß dagegen die Keilbeinkörper niemals ein Stück der Chorda, diesem bei der Entwicklung des Wirbels so wesentlichen Gebilde umschließen; und wenn Carus es für einen »Rückschritt der Wissenschaft«[1] ansieht, daß Rathke Stirnbein, Scheitelbein und Hinterhauptsschuppe nie für Schaltstücke ansieht (deren »Zufälligkeit« Rathke übrigens nirgends das Wort spricht), so ist dagegen nichts zu sagen, als daß es doch wohl wissenschaftlicher ist eine Theorie aufzugeben, die sich durch neue Funde einer gewissenhaften Forschung nicht halten läßt, als diese jener vorgefaßten Theorie zu Liebe zu perhorresciren.

---

1) Carus Physiologie III. S. 310.

ad 2) Wenn von der Dignität eines Organs die Rede ist, so kann darunter nur eine relative verstanden sein; denn absolut hat jedes Organ die gleiche Bedeutsamkeit in seiner Stellung zu der Gesammtheit der Organe, die einen Organismus bilden. Die Relation besteht also weniger in dem Verhältniß der einzelnen Organe untereinander, als vielmehr in dem Verhältniß derselben zu einem bestimmten Gesichtspunkt, von dem ausgegangen wird. Ferner kann die Dignität solcher Organe nur unter einander verglichen werden, welche gleiche Function haben. Die Knochen haben aber nicht sämmtlich gleiche Function. Die einen sind schützende Hüllen, die andern stützende Hebel. Für die Hebelbewegungen der menschlichen Gliedmaßen sind die letzteren von derselben Bedeutung, wie die ersteren für die normale Function geistiger Kräfte, so weit sie von dem umschlossenen Nervenkreis abhängen. Es kann also nicht unter einem Gesichtspunkt die Dignität der Knochen überhaupt graduirt werden. Was nun endlich die Classification derselben nach ihrer Bedeutsamkeit für die Existenz des ganzen Organismus anbetrifft, nach der Gefahr, die ihre Verletzungen mit sich bringen, so ist dies Princip der Eintheilung vollkommen haltlos, denn bei einem Knochenbruch liegt die Gefahr nicht in ihm selbst, sondern in der Möglichkeit der Heilung auf natürlichem oder künstlichem Wege, die nicht von der Lebensenergie der einzelnen Knochen abhängt, die in allen die gleiche ist, sondern von den Umständen und Wirkungen, die ein Knochenbruch in den zunächst liegenden Theilen hervorruft. Der Bruch der Schädelbasis ist deswegen meist lethal, weil er erstens eine enorme Erschütterung des Gehirns voraussetzt, um überhaupt nur eintreten zu können, weil er die Verletzung von wichtigen Gefäßen meist im Gefolge hat, weil man endlich die Schädelbasis nicht trepaniren kann, was hier und da bei Verletzung anderer Schädelknochen das Leben noch rettete. Die Verletzung des Unterkiefers ist nicht, weil der Unterkiefer gebrochen ist, gefährlicher als ein Armbruch, sondern weil die Möglichkeit zu bandagiren und den Bruch gehörig einzurichten geringer ist, als bei letzterem, und die gleichzeitige Verletzung wichtiger Nerven, Trismus und Tetanus nicht selten hervorruft. Doch selbst jenes Eintheilungsprincip, welches Carus gewählt hat, festgehalten, so ist auch nach diesem seine Eintheilung unrichtig, wenn er Schädelwirbelsäule, Gesichtswirbelsäule, Rückgrath auf einander folgen läßt. Er beruft sich selbst auf die Beachtung des Entwicklungsganges der einzelnen Knochenabtheilungen, übersieht aber dabei, daß von seiner Antlitzwirbelsäule, Siebbein und Nasenbeine niemals einen Theil der Medullarröhre zu umschließen haben, jedenfalls also hinter das Rückgrath zu setzen wären. In der Wirbelreihe selbst wären in Beziehung auf die Lebensgefährlichkeit ihrer Verletzungen ebenfalls Unterschiede zu machen, indem nämlich der Bruch des 1. oder 2. Halswirbels unter gleichen Umständen gefährlicher ist als der Bruch eines Rücken- oder Lendenwirbels, nicht weil es ein Halswirbel ist, sondern weil unter ihm die medulla oblongata liegt, die nicht ohne sofortiges Vernichten des Lebens verletzt werden kann. Allerdings steht, vom idealen Standpunkt aus die Sache betrachtet, die geistige Thätigkeit höher als die leiblichen Functionen; aber doch würde jeder lieber etwas weniger Intelligenz besitzen wollen, als sofort das Leben aufgeben, oder anders ausgedrückt, vom Standpunkt einer mehr materiellen Anschauung wird der erste und zweite Halswirbel eine größere Dignität haben, als Carus' erster Schädelwirbel.

Abgesehen von der Willkür der Eintheilung der verschiedenen Knochen,

können wir wohl den Schädelknochen eine gewisse Priorität vor den übrigen beilegen, wenn man die psychischen Thätigkeiten des Menschen besonders in's Auge faßt, und es sich zweitens beweisen läßt, daß diese psychischen Thätigkeiten von der Form des Gehirns, und somit von der Form des Schädels abhängig sind. Dies soll mit dem dritten Satz bewiesen werden, den wir jetzt einer weiteren Prüfung unterwerfen müssen.

ad 3) Die neueren Untersuchungen von Volkmann haben den dritten Satz so weit entkräftet, daß wir nach dem jetzigen Standpunkt der Nervenanatomie weder eine Versammlung aller peripherischen Nerven im Gehirn, noch eine centrale Umbiegung derselben in diesem Organ annehmen können. Denn es läßt sich beweisen, daß die Formation des Rückenmarks eine ganz andere sein müßte, wenn successiv von unten nach oben immer mehr und mehr Primitivfasern aus der Peripherie aufgenommen würden, bis sie endlich alle im Gehirn vereinigt wären. Die Form des Rückenmarks müßte ein mit der Basis nach oben gerichteter Kegel sein und kein Cylinder, der nur an bestimmten Stellen anschwillt, wo zahlreichere Massen von Nerven gleichzeitig austreten, wie am Hals- und Lendenmark. Volkmann hat durch die angestellten Messungen und Figuren der Durchschnitte verschiedener hinter einander liegender Rückenmarksabtheilungen unzweifelhaft dargethan, daß die wenigsten peripherischen Nerven das Gehirn erreichen, sondern meist schon in dem Rückenmark endigen oder entspringen [1]). So sind also die Gehirnfasern keineswegs aufgehäufte Knäuel von peripherischen Nerven, sondern selbstständige Faserzüge, welche mit Rückenmark und Peripherie nur mittelbar in Verbindung stehen. Ebenso unhaltbar ist die auf einzelne zweideutige Beobachtungen gegründete Annahme von centralen Umbiegungen und Schlingen, deren Existenz dadurch zweifelhaft ist, weil der austretende Schenkel derselben sich nie beobachten läßt, und die Krümmung der Faser ebenso gut eine bloße Beugung, als eine wirklich rücklaufende Schlinge sein kann. Man gewinnt aber auch mit der Annahme derselben für die Erklärung psychischer Vorgänge so wenig, daß sie selbst dadurch oft erschwert wird, und ebenso unbrauchbar für die Psychologie ist, als die peripherischen Endschlingen für die physiologische Erklärung [2]). Angenommen aber, daß Carus in Beziehung auf diese anatomischen Thatsachen vollkommen Recht hätte, so ist die Schlußfolgerung in Beziehung auf die daran sich knüpfende Function der Nervenfasern unrichtig, und ihre Unrichtigkeit versteckt sich hinter einem Begriff, der zu wenig bestimmt ist, als daß er nicht zu Mißdeutungen aller Art Veranlassung geben könne; es ist dies nämlich der Begriff der Energie [3]). Die Energie eines Nerven ist die Fähigkeit zu einer Functionsäußerung, die als Consequenz eines physikalischen Vorgangs in ihm auftritt. Die Anregung zum Eintritt solcher physikalischer Vorgänge liegt außerhalb desselben, die Fähigkeit, seine Function zu äußern, in ihm, die verschiedene Art der Aeußerung der verschiedenen Nerven liegt in der verschiedenen Structur. Die Energie eines Nerven »wächst« kann nichts anderes heißen, als: die Möglichkeit, in bestimmter Art seine Function zu äußern, wird erleichtert und der Effect der Aeußerung vergrößert; niemals aber: die Energie des Nerven nimmt eine Aeußerungsform an, welche von der ersten verschieden ist, so daß sich etwa ohne

---

1) Handwörterbuch. X. Lief. S. 482 ff.
2) a. a. O. S. 564 ff.
3) cf. Carus Physiol. III. S. 342.

Weiteres die materielle Impression, welche ein sensitiver Nerv erfährt, zur bewußten Sensation steigerte. Denn centripetale Leitung ist von bewußter Empfindung nicht graduell, sondern wesentlich verschieden. So wenig es nun nützen kann, einen Draht in tausendfachen Windungen aufzurollen, um bei Durchleitung eines elektrischen Stroms einen anderen, als elektrischen Effect an ihm selbst hervorzurufen, so wenig kann die Verschlingung einer centripetalleitenden Faser, wenn sie noch so vielfach und verwickelt ist, etwas Anderes hervorrufen, als die Fortleitung des Eindrucks bis zum Ende der Faser, und die Erregung kann sich während des Zurücklegens eines noch so langen und verschlungenen Weges nicht dadurch zu einer bewußten Empfindung steigern. Nicht dadurch erhält die Bewegung den Charakter der Willkür, daß der Impuls zu derselben erst lange innerhalb des Schädels herumgeleitet wird, bis er zu der Austrittsstelle des motorischen Nerven gelangt, sondern dadurch, daß zu derselben der Impuls von einer anderen Faser geleitet wird, deren Functionsäußerung eben die Anregung willkürlicher Bewegungen ist. Gesetzt, wir hätten es im Gehirn bloß mit Verschlingung centripetalleitender Nerven zu thun, fänden diese mannigfach gewunden, so ließe sich denken, daß solche verfolgbare Windungen etwa den Zweck hätten, wie ein spiralförmig aufgewundener Draht, der in Verbindung mit einem elektrischen Strom gebracht wird. Nun weiß man, daß in diesem letzteren Fall Magnetismus erzeugt werden kann, der aber niemals wahrzunehmen ist, wenn eben nicht innerhalb der Spirale ein Stück Eisen liegt, was die Erscheinungen des Magnetismus in Folge seiner Lage zum Draht äußern kann. Wird also wirklich eine neue Kraft im Sinne der Physiker durch solche Verschlingungen der Primitivfasern frei, so muß doch nothwendig ein zweites Substrat da sein, an dem sie sich äußern kann. Es setzt also die Verwicklung der peripherischen Nervenfasern doch von ihnen verschiedene centrale Elemente voraus, an denen die neu erzeugte Kraft sich offenbare. Dies ist vielleicht die Belegungsmasse (nach Carus)? Es sind dies die Ganglienkörperchen, welche sich ebenso im Rückenmark wie im Gehirn finden, und von denen wir nur wissen, daß sie die Uebertragung der Erregung von einer Faser zur andern vermitteln. Von einer Umwandlung der Energie einer Faser in eine andere sagt das Experiment aber nichts.

Wollen wir nun nicht der Erfahrung vorgreifen, so können wir nur so viel sagen: Wir kennen Gruppen von selbstständigen Nervenfasern, welche verschiedene Energien haben; wir kennen keine graue Substanz mit verschiedener Energie, sondern wissen nur in physiologischer Beziehung, daß durch sie die Erregungen der Fasern so auf einander übergetragen werden, daß diese in ihrer Weise reagiren. Wollen wir für das Gehirn nicht willkürlich ganz andere Gesetze aufstellen, als wir sie im Rückenmark gefunden haben, so bleibt uns keine andere Annahme, als die specifischer Hirnfasern mit bestimmten Energien, die durch Uebertragung der Erregung mittelst der Hirnganglienkörperchen zur Aeußerung angeregt werden, also die mit der Beobachtung übereinstimmende Annahme einer Fasermasse, die eine andere Function hat als die der Peripherie. Das Beispiel aus der vergleichenden Physiologie, welches Carus[1] gewählt hat, nämlich die Selbstbestimmung zu Bewegungen bei Schlangen, als ein mehr auf dem Grad reflectirter Bewegungen stehen gebliebener Vorgang,

1) Carus Physiol. III. S. 342.

enthält den psychologischen Irrthum, als könne sich eine reflectirte Bewegung unmittelbar zur willkürlichen durch eine größere Ausbreitung motorischer Nerven emporarbeiten, ohne daß noch etwas ganz Neues hinzuträte, was eben der Bewegung den Charakter der Willkür giebt. —

ad 4) Bei diesem Satz handelt es sich, die Wirbeltheorie als richtig angenommen, um den Nachweis, daß den drei Gehirnabtheilungen die drei Wirbel wirklich entsprechen. Denn aus der größeren Entwicklung der letzteren soll sich eben erkennen lassen, ob die ihm zugehörige Nervenmasse mehr angehäuft ist, als in einem anderen Fall. Die mitgetheilten Notizen aus der Entwicklungsgeschichte des Gehirns und Schädels haben uns hinlänglich gezeigt, daß sich während der allmähligen Bildung des letzteren ganz neue Lagerungsverhältnisse der 3 Gehirnblasen bilden, die von der ursprünglichen geradlinigen Richtung so abweichen, daß sich nach und nach die vordere Hirnzelle als Hemisphären immer weiter über die beiden anderen herüberwölbt, und daß also, wenn die Bildung des Schädels überhaupt abhängig gedacht wird von der Entwicklung der Gehirnblasen, nach allen Richtungen hin die I. Gehirnzelle das Bestimmende sein müsse. Nur der sogenannte vorderste Kopfwirbel steht in einer directen Beziehung zur vorderen Hirnzelle, die beiden hinteren höchstens an ihrer Basis, nicht aber mit ihren Bogen; und hieraus hätte Carus schon sehen können, daß die Scheitelbeine und Hinterhauptsschuppe in einem ganz anderen Verhältniß zu den Grundtheilen dieser hinteren Wirbel stehen, als die Bogenstücke eines Rückenwirbels, welche je gleichartige Abschnitte des Rückenmarks in sich schließen. Sollte also aus der äußeren Form auf die innere Masse der II. und III. Gehirnblase geschlossen werden, so könnte dies höchstens an einem Stück der Gehirnbasis geschehen, wo die Messung nicht leicht möglich wäre. Mißt man Oben, so mißt man am ganzen Schädel bis herunter zur linea semicircularis superior des Hinterhauptbeins immer nur die Massenausdehnung der I. Hirnzelle, die der II. und III., ohne angeben zu können, wie viel jeder einzelnen zukommt. Erst unterhalb der linea semicircularis superior läßt sich nach hinten, und von einem Zitzenfortsatz zum andern etwa, die Dimension der III. Hirnblase nach zwei Richtungen hin bestimmen. Die verschiedenen Regionen des Schädels geben also nur in unbedeutender Ausdehnung einen sicheren Anhaltspunkt für die Bestimmung der Massenvertheilung in den ursprünglichen 3 Gehirnblasen.

ad 5) Die vergleichende Anatomie lehrt uns I. für die Hemisphären des großen Gehirns, daß psychische Thätigkeiten, instinctartige Handlungen, Kunsttriebe auch ohne Gegenwart derselben bei den Wirbellosen gefunden werden. Sie zeigt uns innerhalb der Reihe der Wirbelthiere selbst eine aufsteigende Vervollkommnung in Beziehung auf Größe und Form, die keineswegs mit der Vervollkommnung der Intelligenz, so weit wir sie aus den Aeußerungen der Thiere schließen können, gleichen Schritt hält.

Was die Massenzunahme der Hemisphären in aufsteigender Linie bei den Wirbelthieren betrifft, so findet man bei den Knochenfischen hart vor den lobi optici zwei untereinander unverbundene solide kleine Anschwellungen, über deren Deutung als Hemisphären die Anatomen lange im Streit sein konnten. Erst bei den Haien und Rochen tritt eine Höhlung auf. Die Furchen sind als ganz seichte Einschnitte nur bei einzelnen Fischen gefunden worden.

Bei den Reptilien ist bereits ein Uebergewicht ihrer Masse über die des übrigen Gehirns ausgesprochen, ihre beiden, nur am hinteren Vier-

theil mit einander verbundenen, birnförmig nach vorn spitz zulaufenden hohlen Hälften, enthalten im Innern eine dem Streifenhügel ähnliche kleine Anschwellung.

Bei den Vögeln sind die Hemisphären birnförmig, oben gewölbt, ungefurcht, durch eine vordere Querverbindung und eine zweite darüberliegende, unter einander im Zusammenhang; im Innern ohne deutliche Scheidung von grauer und weißer Substanz, und bilden durch ihre Herüberlagerung über die Großhirnstiele sehr weite Hohlräume zwischen diesen und ihrer unteren Wandung. In diesen Hohlräumen finden sich zwei starke Anschwellungen (Streifenhügel der Seitenhöhlen beim Menschen). Die Sehlappen sind von ihnen fast ganz bedeckt bei den Passerinen, bei den Raubvögeln ragen sie seitwärts und hinten unter ihnen hervor, und ebenso zeigen die Hemisphären verschiedene Gestalt bei den verschiedenen Ordnungen. Bei den ersteren sind sie breit und lang, bei letzteren viel breiter aber kürzer, bei einigen Palmipeden oblong.

Bei den Säugethieren haben die Hemisphären der Nager noch große Aehnlichkeit mit denen der Vögel, bei den anderen nähern sie sich mehr der Gestalt der menschlichen Hemisphären, doch finden in Beziehung auf Größe, auf absolutes und relatives Gewicht, auf Form und Structur, mannichfache Variationen Statt. Zur Vervollständigung der in dem Artikel Gehirn gegebenen Anhaltspunkte führe ich hier nur noch Einiges an.

Das Gewichtsverhältniß des großen Gehirns zum kleinen stellt den Menschen in gleiche Linie mit dem Ochsen, und unter den Sapaju. Das Gewichtsverhältniß des großen Gehirns zur medulla oblongata stellt den Delphin über den Menschen. Die Form ist verschieden nach dem Vorherrschen der Längen- oder Breitendimension überhaupt, nach dem Vorwiegen der vorderen oder hinteren Theile der Hemisphären. In Leuret's Uebersicht der Dimensionen überhaupt, die so geordnet ist, daß die längsten Gehirne oben an, die breitesten zuletzt stehen, bilden Affen und Nager die Extreme; neben den Nagern finden sich Seehund und Wallfisch, Kaninchen zwischen Wölfin und Makai, ein Wolf und eine Stute, eine Gazelle und ein Cuguar neben einander. Elephant und Beutelthiere haben den größten, der Hund den kleinsten Querdurchmesser. Nach ihm steht auch das Ueberwölben des kleinen Gehirns nicht mit der vorwaltenden Längendimension in Verbindung. Bei Wiederkäuern und Dickhäutern überwölben die länglichen Hemisphären wenig das kleine Gehirn, während sie zum großen Theil auf dem kleinen Gehirn der Fischotter, des Seehunds, des Meerschweinchens und des Wallfisches aufliegen, bei denen sie kurz und breit sind.

Die Hemisphärenmasse vor dem Balken ist bei Schaaf, Pferd und Rind größer und entwickelter, als bei Fuchs, Hund, Elephanten und Affen.

Die Hemisphärenmasse hinter dem Balken ist in folgender Reihenfolge entwickelter und größer. Ueber allen Thieren steht in dieser Beziehung der Mensch, dann Meerschwein, Affe, Elephant, Kaninchen, Känguru, Kameel, Bär, Fischotter, Löwe, Katze, Fuchs, Hund, Ziege, Esel, Schaaf.

Alle diese Thatsachen zusammengehalten mit den von Volkmann bereits erwähnten, sind nicht geeignet, aus besonderen Formen des Schädels und der Hemisphären sichere Schlüsse auf die größere oder geringere Intelligenz der Thiere zuzulassen, denn die Classification nach dem Vorherrschen dieser oder jener Dimension bringt uns sofort in Widersprüche mit den an den Thieren sonst wahrgenommenen Aeußerungen von Verstand und Klugheit.

Was die Experimente an Thieren anbetrifft, mit denen wir hier füglich gleich die pathologisch-anatomischen Befunde bei Menschen, und die zufälligen Verletzungen ihres Hirns betrachten können, so ergeben dieselben, daß die Hemisphären vollkommen unempfindlich gegen mechanische oder chemische Reize sind, also nicht sensibel, daß zweitens ihre Reizung niemals Zuckungen hervorruft, daß sie also nicht motorisch sind; daraus ergiebt sich zugleich ein weiterer Gegenbeweis gegen den vorhergehenden erörterten Satz von Carus, daß das Gehirn nur eine Versammlung der peripherischen Nerven sei. Wodurch sollten sie streckenweis ihre motorische oder sensible Kraft verlieren? Kann dieser Verlust als eine »gesteigerte Energie« angesehen werden? — Doch wir kehren zurück. Die Exstirpation beider Hemisphären bei Vögeln, welche diese Operation mehre Tage, ja Wochen, überleben können, hatte keinen vollkommenen Verlust des Willens und des Selbstgefühls zur Folge, noch weniger bei Amphibien, aber selbst auch bei Kaninchen und Meerschweinchen waren Spuren einer bewußten Verarbeitung[1]) sinnlicher Gefühle zu zweckmäßigen Bewegungen deutlich ausgesprochen. Da die vergleichende Anatomie und Physiologie aber nicht immer maßgebende Schlußfolgerungen nach der Analogie erlaubt, so erfahren wir vielleicht aus der pathologischen Anatomie Sichreres über die Function der Hemisphären. Verletzungen mit Verlust von beträchtlichen Quantitäten Gehirnsubstanz hatten in vielen Fällen keine Beeinträchtigung der Intelligenz zur Folge; weder bei Substanzverlust der vorderen, noch der mittleren, noch der hinteren Lappen ist unumgänglich ein solcher Nachtheil auf die höheren geistigen Functionen verbunden, wie viele Beispiele beweisen. Wenn man auch bei Idioten häufig ein abnorm kleines Volumen der Hemisphären findet, so sind entgegengesetzte Beispiele genug bekannt, wo bei großen Destructionen derselben, die man nach dem Tode fand, im Leben durchaus nicht entsprechend geistige Verkümmerungen vorhanden waren, ferner fanden sich im Leben deutlich Mangel an Intelligenz, ja Idiotismus, ohne daß in den Hemisphären Formabweichungen gefunden werden konnten, die sich in diesem oder jenem anderen Theil des Gehirns zeigten. Endlich kommen Beispiele vor, wo trotz des Mangels einer ganzen Hemisphäre nichts weniger als Verstandesschwäche sich gezeigt hatte[2]). Daraus ersieht man, daß weder der eine, noch der andere Theil der Hemisphären mit der Intelligenz so zusammenhängt, daß man aus seiner größeren Entwicklung auf eine höhere geistige Begabung schließen dürfe, viel weniger, daß bestimmte Richtungen der Intelligenz in ihm so localisirt wären, daß wir diese an dem Schädel erkennen könnten, selbst wenn seine Formation ein bestimmter Abdruck der Gehirnform wäre; und wenn Krankengeschichten vorliegen, in denen nach Verlust von einigen Unzen Gehirn die geistigen Thätigkeiten leichter und sicherer von Statten gingen, als vorher, so dürfte man annehmen, daß auch ein zu viel von Gehirn nachtheilig werden könne, und so verlieren wir alle Anhaltspunkte zur Vergleichung zwischen Gehirnmasse und Verstandeskraft.

Die zweite Gehirnblase sahen wir sich zu keinem weiteren Organ, als zu den Vierhügeln umgestalten. In vergleichend anatomischer Beziehung

1) cf. Volkmann a. a. O. S. 580. Longet I. S. 523. (Uebersetzung von Hein).

2) Longet I. a. a. O. S. 539 ff., wo die hieher gehörigen Krankheiten zusammengestellt sind.

steht ihre Größe im Allgemeinen im umgekehrten Verhältniß zu der des großen und kleinen Gehirns. Das Experiment hat bei Thieren nachgewiesen, daß die Vierhügel in bestimmter Beziehung zum Gesichtssinn stehen, der mit Exstirpation dieser Organe erlischt. Schmerz und Bewegung ruft das in sie eindringende Messer erst dann hervor, wenn es ihre Verbindungstheile mit dem Rückenmark trifft, die auf ihrer Basis sich befinden, galvanische Reizung mit dem Rotationsapparat brachte das Herz sofort zum Stillstand [1]). Weiter sagt das Experiment bis jetzt nichts; weiter gehen auch die Resultate der pathologischen Anatomie nicht [2]). Keineswegs sind wir darnach berechtigt, der zweiten Gehirnblase, wie Carus will, die unbewußte Empfindung und Gegenwirkung als Function anzuweisen.

Aus der dritten Gehirnblase sehen wir das kleine Gehirn und die medulla oblongata hervorgehen. Gall und Carus verlegten in das kleine Gehirn den Geschlechtstrieb; beide stützten sich auf pathologisch-anatomische Erfahrungen, auf Experimente und vergleichende Anatomie. Bei den Fischen ist es als Gehirnanschwellung deutlich ausgesprochen, liegt hinter den Sehlappen, ist glatt; bei einigen Reptilien, wie bei dem Frosch, der Kröte, Salamander u. a. ist es von vielen Anatomen nicht gefunden worden, und dürfte auch blos in dem die IV. Hirnhöhle bedeckenden Markstreif angedeutet sein. Gefurcht erscheint es zuerst bei den Vögeln, während sich nur bei einigen Haien und Rochen geringe Eindrücke als Andeutungen regelmäßigerer Furchung finden.

Bei den Säugethieren treten zu dem Mittellappen mit seinen seitlichen Anhängen, welche sich bei dem Crocodil und den Vögeln zeigen, noch die zwei seitlichen Halbkugeln hinzu, die um so größer und blätterreicher werden, je mehr man sich von den Nagern aus dem Affen, Delphin und Menschen nähert, bei welchem sie am entwickeltsten und umfangreichsten sind. Wird nun, wie wir sogleich sehen werden, Entwicklung der Geschlechtstheile und Entwicklung des Kleinhirns als correspondirend betrachtet, so giebt hiefür die vergleichende Anatomie keine Anhaltspunkte, denn es finden sich bei derselben Stufe der Ausbildung des kleinen Gehirns, wie sie z. B. der Stockfisch und der große Menschenfresser zeigt, bei dem letzteren äußere Geschlechtstheile, bei dem ersten dagegen nicht. Ebenso begattet sich der Aal, wie der Menschenfresser, und doch hat er ein viel kleineres und weniger entwickeltes Gehirn als der Stockfisch [3]). Bei den Nagern, die wegen ihrer Fruchtbarkeit und Geschlechtslust bekannt sind, findet sich ein geringerer Grad der Ausbildung des kleinen Gehirns als bei höher stehenden Thieren, bei welchen es mehr entwickelt, seine angenommene Function aber geringer ist. —

Gehen wir zu den Vivisectionen über. Mechanische Reizung des kleinen Gehirns erregt niemals Schmerz oder Zuckung, wenn man nicht zu tief eindringt und sicher ist, die Masse des kleinen Gehirns allein gereizt zu haben [4]). Abtragen des größten Theils des kleinen Gehirns bei einem Hahn, hatte keine Verminderung des Geschlechtstriebes bei dem noch 8 Monate fortlebenden Thiere zur Folge (Flourens). Ausreißen

1) Weber, W. Handwörterbuch. III. 44.
2) Jobert Etudes du syst. nerv. p. 446. Magendie Leçons etc. T. II. p. 141.
3) Longet I. S. 619. Uebers. v. Hein.
4) Lorry Mém. de l'Acad. des sc. Mém. des savants étrang. 1760. T. III. p. 270.

des kleinen Gehirns hob bei Fröschen den Act der Begattung nicht auf, wohl aber das Entfernen der Großhirnlappen [1]).

Die pathologisch-anatomischen Befunde, verglichen mit den während des Lebens beobachteten Erscheinungen, ergeben allerdings häufig ein gleichzeitiges Auftreten von Bluterguß, Eiterherden, Tuberkeldepositen im kleinen Gehirn, und zwar hauptsächlich in dessen Mittellappen mit Erectionen, Satyriasis und häufigen Ejaculationen [2]), Schwund der Hoden und Atrophie des Penis bei Atrophie des kleinen Gehirns; allein unter 15 Fällen von Verletzung und Reizung der medulla oblongata durch Druck, wurde 8 Mal dieselbe Erscheinung (Erection ꝛc.) beobachtet, und 3 Mal unter 15 Fällen bei Verletzung des Lendenmarks; bei einem 9jährigen Mädchen, bei dem sich vollkommener Mangel der Varolsbrücke, Entartung des kleinen Gehirns zu zwei gelatinösen Membranen fand, war keineswegs Mangel an geschlechtlicher Aufregung, im Gegentheil zeigte die Section, was schon im Leben öfter an ihr beobachtet wurde, deutlich, daß sie Masturbation getrieben hatte. Die scheinbar für Gall's Theorie sprechenden Thatsachen sind daher keineswegs unbedingt maßgebend, indem sie auch durch den secundären Druck des entarteten kleinen Gehirns auf die medulla oblongata erklärt werden können; da ferner bei Atrophie der Hoden meist eine Atrophie des ganzen Rückenmarks im Spiel war, und wenn man als Folge der Entfernung des kleinen Gehirns bei jenem Soldaten, welchem durch einen Säbelhieb das ganze Hinterhaupt weggeschlagen war, angeben will, daß er nach dieser Verletzung und auf seinem ganzen schmerzhaften Krankenlager bis zu seinem Tod kein Gelüsten mehr nach einem Weib gehabt, dem er früher sehr gefröhnt hatte, so wird man nur die Hartnäckigkeit des menschlichen Geistes zu bewundern haben, welcher so schließt, weil er den Schluß zur Bekräftigung einer Lieblingsidee braucht [3]).

Die Function, welche Carus dem kleinen Gehirn zuschreibt, ist die des agere, instinguere: also Vermittlung des Triebs, der Handlungen, des Instincts. Centrum der Bewegungen. Daß dieser Hirntheil mit den letzteren in Zusammenhang stehe, darin kommen alle Beobachter überein; allein weder der Ursprung, noch die alleinige Quelle der Bewegung kann in dieses Organ verlegt werden, sondern nur die Coordination der Bewegungen zu gewissen Zwecken scheint bei seiner Gegenwart möglich. Der Anstoß, welcher von anderen Seiten gegeben wird, bedarf des kleinen Gehirns als eines mechanischen Triebwerks, gleichsam um dem Impuls entsprechende zusammengesetzte Bewegungen auszuführen. Dadurch unterscheidet sich das kleine Gehirn aber nicht wesentlich von jedem Rückenmarksabschnitt, sondern es sind die Verhältnisse nur verwickelter, der Mechanismus complicirter als hier; denn auch bei enthaupteten Thieren finden häufig Reflexbewegungen Statt, wo oft viele Muskeln combinirt sich zusammenziehen, um zusammengesetzte Bewegungen auszuführen. Das Bewegungsprincip für unwillkürliche auch complicirte Contractionen verschiedener Muskelgruppen, wie beim Athmen oder Fortbewegung der Faeces, geht keineswegs mit Abtragung des kleinen Gehirns verloren [4]), sodaß selbst jene durch das Experiment am meisten constatirten Thatsachen von taumelndem Gang,

1) Magendie Leçons sur les fonct. etc. I. p. 333.
2) cf. Serres Anat. comparée du cerveau II. p. 602 ff.
3) Gall fonct. du cerv. III. p. 304.
4) Longet a. a. O. S. 604.

von der Anstrengung, gewollte Bewegungen auszuführen, ohne es erreichen zu können rc., nur mit Vorsicht zu dem Schlusse benutzt werden können, als sei das kleine Gehirn ausschließlich das Organ für die Coordination der Bewegung. Ferner ist am wenigsten zuzugeben, daß es der Sitz des Willens sei, daß durch dasselbe die Willensenergie bestimmt würde, denn bei allen Thieren, denen es abgetragen war, zeigte sich nicht eine Willensschwäche, sondern blos ein Unvermögen der Willensenergie und Richtung entsprechende Bewegungen auszuführen. Es liegen Sectionsbefunde vor, wo man das kleine Gehirn ganz zerstört gefunden hat, nachdem im Leben der Kranke bis kurz vor dem Tod die Sprache nicht verloren hatte, und seinen Willen durch Worte kund geben konnte, der nicht getrübt war, während wohl seine Ausführung an den Extremitäten unmöglich geworden. Die Ausbildung des kleinen Gehirns steht also in keinem Verhältniß zur Energie des Willens, es kann also auch seine Größe nicht maßgebend für die Beurtheilung der letzteren sein.

Da die Größe der medulla oblongata ohne dies nicht äußerlich gemessen werden kann, so ist ihre Function für die Cranioskopie ohne Bedeutung, und kann deßhalb hier übergangen werden, wo es sich um die der III. Gehirnblase handelt, aus der sich auch dieses Organ entwickelt.

So haben wir in den Prämissen, auf welche Carus seine Schlußfolgerungen stützt, wenig sichere Anhaltspunkte für dieselben und wenig Berechtigung gefunden, sie zu machen. Wir wollen übrigens alle jene Prämissen als wahr annehmen, und sehen, ob von psychologischer Seite Carus berechtigt ist, daraus die Consequenzen für die Cranioskopie zu ziehen, die er daraus gezogen hat.

Wenn es sich um die Classifikation der Geistesthätigkeiten nach ihrem ideellen Werth handelt, so verwickeln wir uns leicht in ähnliche Schwierigkeiten, wie bei der Beurtheilung der verschiedenen Dignität eines Knochens, was bereits oben besprochen wurde. Intelligenz, Gemüth, Wille, sind die drei Kategorien, welche untereinander zu vergleichen wären. Diese drei, nebst der Intensität des Geschlechtstriebs, sollen sich aus der Entwicklung ihrer entsprechenden Wirbel erkennen lassen. Kann man wohl sagen, daß der Geschlechtstrieb eine niederere Seelenkraft ist als der Verstand, so möchte es demselben Grundgedanken, welcher diese Rangordnung bestimmt, doch schwer sein, eine weitere Classification durchzuführen. Lassen wir selbst alle drei übrigen Richtungen des Geistes vorläufig noch als getrennte Kräfte stehen, die in getrennten Organen ihren Sitz haben sollen, so wird der Eine der Höhe der Intelligenz, der Andere der Tiefe des Gemüths, der Dritte der Energie des Willens den Preis zuerkennen, und man wird nicht sagen können, daß der Eine einen mehr idealen Standpunkt einnehme, von dem aus er so schätzt, als der Andere. So ist also einmal die Aufstellung der Rangordnung dieser geistigen Kräfte immer von der Subjectivität des Einzelnen abhängig und willkürlich. Nun kommt aber noch die andere Frage: ist es wirklich unumgänglich nothwendig, daß sich gerade die sublimsten geistigen Kräfte am meisten materiell, d. h. in einem Knochen abspiegeln müssen? Ich kann weder in dem Einen, noch in dem Andern einen Grund finden, der nothwendig diese Wirkung haben müßte.

Da Carus annimmt, alle peripherischen Fasern würden im Gehirn versammelt und ihre Energien zu jenen Kräften höherer Ordnung potenzirt, so kann man sich keine klare Vorstellung machen, wie dies in einer

Weise geschehen soll, die nicht zugleich wieder alle jene drei höheren Geistesfunctionen untereinander zu einer Gesammtwirkung verbindet. Nach Carus' Theorie ist das Verhältniß der Rückenmarksfasern zu den Gehirnfasern nämlich so: Die ersteren treten in der medulla oblongata aus und bilden vielfache Verschlingungen, Nervenbogen und centrale Schlingen im kleinen Gehirn. Nun können aber doch nicht alle Nervenfasern, die hier eingetreten waren, gleich wieder aus dem foramen magnum austreten, denn was blieben sonst für Fasern für die anderen Theile des Gehirns noch übrig? man sieht vom kleinen Gehirn her gerade verlaufende Faserzüge zu den Vierhügeln herantreten. Es sind auch Rückenmarksfasern, welche in ihrer Masse ziemlich der Masse des Rückenmarks im Durchmesser entsprechen dürften; jedenfalls also ein großer Theil der Fasern, die sich bereits im kleinen Gehirn vielfach verschlungen hatten. In den Vierhügeln bilden sie neue Schlingen, werden aber jedenfalls auch wieder einen großen Theil Fasern übrig lassen, der endlich in die Hemisphären vordringt, und dort sich, Windungen, Bögen und Endschlingen bildend, ausbreitet. Die Hemisphären lagern sich herüber über die Vierhügel, sind aber oben von diesen durch Gefäßhäute getrennt und lagern sich endlich herüber über das kleine Gehirn, von dem sie durch das Zelt, welches bei manchen Thieren knöchern ist, getrennt sind. Gesetzt nun, eine Nervenfaser im großen Gehirn würde durch die Thätigkeit des Verstandes erregt, so müßte sie den Weg bis zur Peripherie durch das Mittel- und Hinterhirn zurücklegen: da bekäme sie einen Beigeschmack von Trieb (also Willkür), dort einen Beigeschmack von Gefühl (würde also zu einer Gefühlsvorstellung). Oder rückwärts: es entsteht eine Erregung in der II. Hirnblase; um nun diesem »dunklen Erfühlen« eine höhere Potenz erlangen zu lassen, muß der Umweg gemacht werden durch die vorderen Lappen des großen Gehirns, das jetzt ganz unberührt bleibt von der Erregung, welche von den Vierhügeln herkommt, das aber im Moment eine Gemüthserregung erzeugt, so wie dieselbe gerade in dem Abschnitt der Hemisphären ankommt, der über den Vierhügeln liegt; oder soll man sich eine Contactwirkung der Vierhügel auf die darüber liegende Großhirnmasse vorstellen, oder vom kleinen Gehirn durch das knöcherne oder häutige Hirnzelt hindurch auf die hinteren Lappen des großen Gehirns, um den jedesmaligen Abschnitt der Hemisphären von den darunter in der II. oder III. Hirnblase auftretenden Erregungen inficiren zu lassen?

Ich gestehe, daß es mir selbst bei der Erlaubniß, die Fasern im Gehirn verlaufen zu lassen, wie ich es für diese Theorie nur immer brauchen könnte, unmöglich ist, eine Vorstellung zu gewinnen, die sich mit einem continuirlichen Faserverlauf vom Rückenmark her innerhalb des Gehirns und gleichzeitiger Auseinanderhaltung jener drei psychischen Grundkräfte vertrüge, wenn nur die gröbsten Umrisse der Gehirnanatomie beibehalten werden sollen.

Gesetzt aber auch, es könnten die beiden hinteren Hirnblasen auf die entsprechenden Abschnitte der ersten, welche über ihnen liegen, so wirken, wie es Carus sich vorstellt, daß das dunkle Erfühlen durch den überliegenden Hemisphärentheil zum bewußten Gemüthsleben gesteigert würde, so gewinnt die Cranioscopie damit auch gar nichts. Denn: Nichts berechtigt uns, die Hemisphärenabschnitte selbst wieder unter einander als verschiedene Organe auseinander zu halten; Struktur, Mischung und Verhältniß der weißen zur grauen Substanz ist nicht wesentlich verschieden in ihnen. Die

erste Gehirnblase repräsentire also die Intelligenz, vermittle das Erkennen. Die zweite das Gefühl; soll daraus das Gemüth entstehen, so ist dessen Gehalt abhängig von 2 Gliedern, nämlich vom Gefühl und vom Erkennen; beide werden mit einander ein gewisses Verhältniß bilden, dessen dritte Größe aus ihnen resultirt. Diese Größe ist natürlich abhängig von den Werthen der beiden anderen Glieder. Am Schädel sehen wir aber nur die Summe ihrer Werthe, nicht ihr Verhältniß, das je nach der Vertheilung der Sumanten sich unendlich variiren läßt. So sehen wir also am Schädel nicht einmal die Verhältnißwerthe der beiden Größen, aus denen die dritte ermittelt werden soll, geschweige diese selbst, welche, um sie zu sehen, wieder ein drittes Organ haben müßte, in welchem sie gegeben wird und sich bestimmen läßt; von dem aber weder Carus noch irgend ein anderer Anatom etwas zu sagen wüßte. Ebenso verhält es sich mit der Schätzung der Willensenergie, die aus dem Verhältniß des Erkennens zum Trieb resultirt, und welche am letzten Kopfwirbel soll gemessen werden können.

Appellirt nun endlich Carus an die Wirkung der einzelnen Sinnesnerven auf diese drei psychischen Grundkräfte, um seiner Anschauung eine weitere Stütze zu geben, so verflicht er sich dadurch leider in Widersprüche, theils mit seiner eigenen Theorie, theils mit dem physiologischen Experiment und pathologisch-anatomischen Thatsachen, die seinen Ansichten direct entgegenstehen. Der Riechnerv nämlich, welcher aus dem Vorderhirn entspringt, hängt gewiß mehr mit der Anregung von Gefühlen und Trieben, als mit dem Erkennen zusammen, während der Sehnerv aus dem Mittelhirn entspringt, und gerade vielmehr eine Anregung der Verstandeskräfte hervorruft, als der Gehörnerv, welcher besonders durch die ganze Welt der Töne einen bunten Wechsel der Gefühle erzeugt, obgleich auch er vielfach auf die Intelligenz influirt, weniger aber auf die Energie der Thatkraft, wie Carus will, der ihn mit dem kleinen Gehirn in Verbindung setzt, obgleich die Experimente ergeben, daß Abtragen desselben nicht Taubheit zur Folge hat und große Degenerationen, neben vollkommener Erhaltung des Gehörs, nebeneinander bestanden haben, wie viele Sectionsberichte melden.

Obgleich daher Carus das Verdienst hat, die Gall'sche Schädellehre auf einfachere Principien zurückgeführt und die weitverbreiteten Irrthümer jener Theorie aufgedeckt zu haben, so ist doch auch seine Cranioskopie keineswegs stichhaltig und entbehrt der sicheren Grundlage, welche allein die Physiologie, in Verbindung mit der pathologischen Anatomie, geben kann, deren Resultate aber um so vorsichtiger benutzt werden müssen, als die verwickelten Processe des Geistes die Auffindung der richtigen Mittelglieder erschweren, welche meist nicht einzeln der Analyse zu Gebote stehen, sondern in bestimmten Combinationen, welche durch ihre Verkettung der Trennung ihrer einzelnen Elemente die größten Schwierigkeiten in den Weg legen.

Von der Zersplitterung des Geistes in eine Summe einzelner Kräfte, wie sie Gall aufgestellt hat, hat Carus einen wesentlichen Schritt zur Einheit derselben zurückgethan, indem er drei große Gruppen aufstellte; da sich auch hiermit, wie wir sahen, wenig gewinnen läßt, so hat Hagen, um jener Einheit des Geistes wieder ihr Recht zu geben, auf anderem Wege versucht, eine Erklärung des Verhältnisses zwischen Schädelform und geistiger Constitution aufzustellen, zu deren Beurtheilung wir jetzt übergehen, ohne auf die Messungen, die Carus angestellt hat, einzugehen,

weil wir fanden, daß vom theoretischen Standpunkt aus nichts damit gewonnen werden kann.

Da es uns hier nicht zukommt, eine Kritik jener Abtheilung psychologischer Untersuchungen zu geben, sondern nur die Hauptsätze derselben hervorzuheben, welche als Grundlage einer neuen Cranioskopie gelten, so wird es auch hier wieder nöthig, diese einzeln zu analysiren.

I. Der körperlichen Bildung muß überhaupt etwas Analoges im Psychischen entsprechen, und da das Knochengerüst, die Grundlage der ganzen Physiognomie, des ganzen Habitus des Menschen, das Constante derselben ist, so muß auch dem Schädelbau dasjenige im Psychischen entsprechen, was diesem seinen beständigen, sich stets gleich bleibenden, von der Willkür und der Ausbildung der Geisteskräfte unabhängigen Charakter verleiht, und das ist die Art, das Naturell eines Menschen [1]).

II. Die Größe des Schädels steht im Allgemeinen in Harmonie mit der natürlichen Ausbildungsstufe sämmtlicher Seelenkräfte des Individuums, bei welchem Verhältniß es aber auf das des Gehirntheils des Schädels zum Gesichtstheil ankommt, und dieses wird sowohl durch die Länge als durch die Breite, und vorzüglich durch die Höhe bestimmt.

III. Ist das gehörige Verhältniß zum Gesichtstheil gegeben, so steigt die Vollkommenheit und Schönheit eines Schädels, je mehr die Profilform des über der Grundlinie [2]) befindlichen Schädeltheils sich einem Halbkreis nähert, und derjenige Schädel ist der schönste, bei welchem dieser Schädeltheil einen regelmäßigen Halbkreis bildet. Ein solcher Schädel ist das Symbol des harmonischen Gleichmaßes aller natürlichen Richtungen und Neigungen.

IV. Abweichungen von dieser regelmäßigen Gestalt deuten auf eine psychische Einseitigkeit, und die wichtigsten Abweichungen sind die, bei denen eine oder zwei der drei Dimensionen, Länge, Breite oder Höhe, vorschlagen; diese Einseitigkeit trifft aber nicht einzelne Seelenkräfte, sondern die ganze Gesammteigenthümlichkeit (Naturell, Sinnesart) der Seele.

V. Die vorherrschende Länge des Schädels drückt ein Streben nach

---

1) a. a. O. S. 80.

2) Anmerk. Hagen hat in d. a. Schrift eine sehr sinnreiche Methode angegeben, die Schädel zu messen, indem er sich auf der Ebene der basis cranii und des kleinen Hirnzeltes, welche außen durch eine Linie angegeben wird, die von der glabella ausgehend, über die beiden Augenbrauen, und die höchste Wölbung in der Mitte der Schläfebeinschuppe nach hinten zusammenläuft, einen Bogen senkrecht stehend denkt, welcher den äußeren Contouren des Schädels im Profil folgt. Von der Mitte der Linie aus, welche die Hälfte der horizontalen Ebene begrenzt, die im Innern dem hinteren Rand des Türkensattels entspricht, wird der Ausgangspunkt der Messung genommen und von da aus bestimmt, wie weit sich die das Profil im Schattenriß gleichsam begrenzende Bogenlinie einem Halbkreis nähert oder nicht. Auf die Deutung der Bogenlinie als des Abschnittes eines Kreises, den die Natur tendirt habe, aber nicht vollenden konnte, so wie auch die Deutung der ganzen Form des Nervensystems, als eines aus einer nußartigen Kapsel hervorgebrochenen Baumes, auf eine Idee, bei welcher der Mensch erst auf den Kopf gestellt werden muß, um sie sich nur anschaulich zu machen, brauchen wir hier nicht einzugehen, weil sie weiter auf die cranioskopischen Folgerungen keinen Einfluß hat, und um so weniger, als wir nicht glauben, daß Hagen damit überhaupt etwas habe wirklich erklären wollen; denn wir gewinnen damit nichts weiter als ein Bild, und da wir aus der Entwicklungsgeschichte wissen, daß ein solches Hervorwachsen des Rückenmarks aus dem Gehirn und der peripherischen Nerven, aus den Centralorganen durchaus nicht stattfindet, noch dazu ein falsches.

Veränderung (ein Leben für die Zukunft) aus, die vorherrschende Breite des Schädels symbolisirt das Anhalten bei jedem Schritt vorwärts und das Gewonnene zu verarbeiten, wobei ein Festhalten am Vergangenen besonders hervortritt. Die vorherrschende Höhe des Schädels charakterisirt die größere Energie mit Festhalten an dem Gegebenen, ein solcher Mensch ist für die Gegenwart geschaffen.

ad I. Ehe wir an die Beurtheilung des Gewinns gehen, welcher aus diesen Ideen für eine »neue Cranioskopie« entspringen kann, ist es vor Allem nöthig, hier einige Worte über eine Untersuchungsmethode überhaupt zu verlieren, welche oft mehr bestochen als überzeugt hat, eine Methode, die von manchen Naturphilosophen hauptsächlich befolgt wurde und durch das »Geistreiche« ihrer Folgerungen gar manchmal den Geist ganzer Jahrhunderte in Fesseln geschlagen und von jeder gründlichen Forschung abgehalten hat, dadurch, daß man ein schönes Bild für ein unbekanntes Wesen nahm, und an der Illusion festhielt, damit der Erkenntniß näher gekommen zu sein, während sich blos hinter einem schönen Gewand das Bekenntniß der Unwissenheit verbarg. Diese ganze, für die Naturwissenschaften überhaupt höchst gefährliche Methode basirt auf dem Schluß ad analogiam. Keineswegs soll damit gesagt sein, daß uns die Auffindung der Analoga in der Natur, daß uns die Vergleichung des Aehnlichen in den verschiedenen Erscheinungen nicht wesentliche Dienste leisten könne, ich müßte das fruchtbringende Studium der vergleichenden Anatomie, ja eines großen Theils unserer Experimentalphysiologie mit ihrer reichen Ausbeute, welche sie uns geliefert hat, ganz verkennen, allein wie mit vielen anderen von Jugend auf mit uns verwachsenen Begriffen, so geht es auch häufig mit dem Begriff der Analogie, um den sich gar oft ein trüber Nebel unklarer Vorstellungen gelagert hat, welcher jene schädliche, eben bezeichnete, Nebenwirkung auf die Untersuchung hervorzurufen nicht verfehlt hat.

Folgen wir der Nominaldefinition dieses Begriffs, so soll damit bezeichnet werden, daß ein Ding αναλογον des Anderen beschaffen ist, d. h. nicht der äußeren Form nach ihm gleich, sondern dem Wesen, den Gesetzen nach, aus welchen die Form des Einen oder des Andern hervorgeht. Klar ist: daß ganz gleiche äußere Formen als Folgen ganz verschiedener Wirkungen hervorgerufen werden können, wie die Chemie in den isomorphen Körpern vielfache Beispiele liefert. Diese Wirkungen sind abhängig von Gesetzen, welche in die Materie gelegt sind. Jedes Gesetz beruht auf einer Bedingung, und jede Bedingung setzt zwei Glieder voraus, welche zu einander in einem Verhältniß stehen. Nun können gleiche Verhältnisse nur zwischen qualitativ gleichen Gliedern auftreten, zwischen qualitativ verschiedenen aber nur insofern, als ihre Quantitäten gemessen werden können, wobei jedoch stets nur die Verhältnisse der Quantitäten, nicht der Qualitäten eine Gleichsetzung zulassen.

Hat man demnach zwei Resultate vor sich, welche ihrem äußern Anschein nach gleich sind, so kann man sie nur dann als analoge betrachten, wenn ihre Bedingungsgleichung dieselbe ist, vorausgesetzt, daß sie qualitativ gleich sind, oder daß ihre Quantitäten gemessen werden und deren Verhältniß eine Gleichung zuläßt.

Kennt man nur die Bedingungen und das Resultat der einen Größe, und das Resultat der anderen, so wird man aus jenen nie auf die gleichen bei diesem schließen, nie also von vornherein eine Analogie zwischen dem Bekannten und seinen Bedingungen mit Unbekanntem aufstellen können.

Es dürfte kaum nöthig scheinen, solche Elementarsätze der Logik und Mathematik zu erwähnen, sähen wir nicht so häufig gegen dieselben verstoßen und zwar meist nicht aus Unkenntniß derselben, als vielmehr deshalb, weil man gewisse Begriffe willkürlich erweitert, ohne die Grenzen dieser Erweiterung Anderen oder sich selbst klar zu machen, wodurch also nothwendig entweder Mißverständnisse oder Selbsttäuschungen veranlaßt werden, welche ohne Rücksichtsnahme auf eine solche Erweiterung des Begriffs dessen ursprüngliche Bezeichnung mißbrauchen, um mit dem ersten Fehlschritt den Anfang zu einer unberechenbaren Reihe von Trugschlüssen zu machen.

Wenn also Hagen von vornherein eine Analogie zwischen psychischer Artung und leiblicher Bildung postulirt, so hat er dazu kein Recht, denn beide sind qualitativ verschieden, und die quantitativen Verhältnisse des Leiblichen, welche noch bestimmt werden können, lassen keinen Schluß zu auf die qualitativ verschiedenen Quantitätsverhältnisse des Psychischen, da für letztere kein Maaß aufgestellt werden kann, oder wenigstens bis jetzt noch nicht aufgestellt worden ist, und man würde ebenso gut von vornherein berechtigt sein, die geringe Intensität des Geistes mit großer Massenanhäufung zu parallelisiren als umgekehrt. So könnte dieses Postulat also blos durch einen Schluß a posteriori und nicht aus einem a priori seine Berechtigung finden. In diesem Falle dürfte aber auch nicht Eine zuwiderlaufende Erfahrung gemacht werden können, denn der Schluß nach der Analogie kann eben nur dadurch irgendwie eine Giltigkeit bekommen, daß er durchaus keine Ausnahme statuirt.

Ohne auf Zahlenverhältnisse zu drängen, die streng genommen gefordert werden könnten, die wir aber selbst so wenig angeben können als Hagen, die aber doch möglicherweise zu Grunde liegen könnten, müssen wir vor Allem prüfen, ob es die zwei constanten Größen wirklich giebt, welche er miteinander in eine Analogie setzt. Es ist dies auf der einen Seite das Skelet, und vor Allem hier also der Schädel und zweitens »das Naturell«. Hagen spricht nicht von einem innerhalb eines bestimmten Zeitraums »Constantbleiben« des Skelets, sondern von diesem als einem Charakteristicon des Skelets schlechthin. Nun ist aber zu bekannt, wie mannichfach während der ganzen Entwicklung durch das Stadium der Reife hindurch bis in die Involutionsperiode hinein die äußeren, vom Skelet bedingten, Formen bei ein und demselben Menschen wechseln, als daß wir hier noch an die Veränderungen zu erinnern brauchten, welche an der Schädelform, an dem Volum seiner Höhlung, an den Kinnladen im Kindes- und Greisenalter, an dem Verhältniß der Extremitäten zum Rumpf, an dem Thorax in der Zeit der Pubertätsentwicklung vor sich gehen. Ganz abgesehen davon, daß die ganze Masse des Skelets, wie alle andern Gebilde, in einem fortwährenden Proceß der Metamorphose begriffen ist, welche nur darum weniger augenscheinlich wird, weil sie langsamer vor sich geht und die Form daher mehr den Mittelwerth der Ernährung in größeren Perioden darstellt, als das Resultat der Schwankungen derselben innerhalb kürzerer Zeiträume. Also zeigt sich weder in den kleinsten Theilen noch in den gröberen Umrissen des Skelets jene Stabilität, jenes »Constante«, welches das eine Glied der Vergleichung bilden soll. Die Veränderungen gehen nur langsamer vor sich und das Einzige, was man sagen könnte, wäre, daß an gewisse Perioden des Lebens gewisse Formen geknüpft sind, die weniger augenfällig in einander übergehen, als die Formenveränderungen an jedem anderen Körpertheil.

Fragen wir nun nach dem Constanten im Geistigen, und sehen uns nach einer Definition des Wortes »Art« oder »Naturell« um, das dieser angenommenen constanten Größe im Leiblichen analog sein soll, so finde ich in Hagen's Schrift nur ein Synonymum, »die schwer zu benennende Gesammteigenthümlichkeit der Seele«, wofür besser zu setzen wäre, die schwer zu definirende Gesammteigenthümlichkeit, denn sonst gewinnen wir nur Worte, deren Begriffe im Dunkel bleiben, und die man dann natürlich mit Allem in Analogie setzen kann. Uns ist an dieser Definition um so mehr gelegen, als wir sie bei der Lehre vom Temperament brauchen und voraussetzen müssen. —

Beobachtung des eignen Geistes und Beobachtung desselben an Anderen lehren uns unzweifelhaft, daß derselbe in einer stäten Bewegung, in einem ewigen Produciren und Reproduciren von Vorstellungen begriffen ist, welche bald in der intellectuellen Sphäre, bald in der Sphäre des Gefühls, bald in der des Strebens sich äußert. Von der ersten Entwicklung der Seele an wächst das Material der Vorstellungen, die Summe der Gefühle, und das Streben schwankt bald nach dieser, bald nach jener Richtung.

Weder das Aggregat der Vorstellungen, noch ihre Combination bleibt sich gleich, noch der Gefühlskreis bleibt in den verschiedenen Lebensperioden derselbe, noch ist es der Charakter, welcher, ohnedies in seiner Entwicklung und Ausbildung einer späteren Periode des Lebens angehörig, die constante Richtung markiren könnte, auf der, wie auf einem Schienenweg, alle Thätigkeiten des Geistes hinliefen. Dem Geist als solchem kommt somit nichts Constantes zu, seine charakteristische Eigenschaft ist vielmehr rastlose Bewegung und Umwandlung seines Zustandes bald nach dieser, bald nach jener Richtung, die nicht allein im großen Ganzen als ewiger Wechsel in der Entwicklung des menschlichen Geistes überhaupt, sondern an jedem einzelnen Individuum während seines Lebens sich wiederspiegelt. Dem Geist als solchen sind keine Grenzen gesetzt, welche als abgeschlossene Markungen seine Bewegungen wie in einen constanten Cyclus bannten; er ist unabhängig von allem Materiellen, vermag auf dasselbe weder zu wirken, noch von ihm eine directe Wirkung zu erfahren, und ein causales Verhältniß zwischen ihm und dem Leib, wie zwischen dem einen und dem anderen Stoff des Körpers ist undenkbar. Gleichwohl aber sehen wir gewisse Reihen von Bewegungen in ihm parallel laufen, mit gewissen Reihen leiblicher Vorgänge. Diesen Zusammenhang aufzufassen, dem wir das Wesen der Causalität absprechen müssen, dazu eignet sich die in diesem Buche mehrfach entwickelte Theorie Lotze's vom occasionalistischen Verhältniß zwischen Geist und Leib, welcher wir hier um so bereitwilliger folgen, als sie uns den Schlüssel zu dem wahren Verhältniß zwischen Naturell, Temperament, Constitution und Charakter gegeben hat, und uns zu einer Auffassungsweise führt, welche den ethischen Anforderungen unsres Bewußtseins an eine Erklärungsweise des Zusammenhangs zwischen Körper und Geist vollkommen entspricht, und ein unzweideutiges Licht auf die Beurtheilung jeder Cranioskopie und Physiognomik wirft. Was in den Artikeln Instinkt und Seele von Lotze weitläufig besprochen wurde, können wir, so weit es für unsre weiteren Schlußfolgerungen nothwendig ist, in seinen eigenen Sätzen[1]) zusammengefaßt wiedergeben.

---

1) Lotze, allgemeine Pathologie S. 62.

1) »Veränderungen des Körpers sind nie directe Ursachen von Veränderungen der Seelenthätigkeit, weder dem Auftreten der letzteren überhaupt, noch der Qualität derselben nach, umgekehrt vermögen Veränderungen der Seele niemals direct als wirkende Ursache die Bewegung der Massen zu verursachen.

2) Beide Reihen von Processen, der ideale Zusammenhang des Seelenlebens einerseits und der des mechanischen Geschehens im Körper andererseits, gehen unabhängig ohne Causalverbindung mechanischer Art neben einander, entsprechen sich aber gegenseitig nach gewissen Gesetzen.

3) Die Thätigkeit des Körpers und alle Handlungen sind nichtsdestoweniger nicht mechanische Folgen eines einmal eingeleiteten Zuges von Veränderungen, sondern es ist möglich und durch die Erfahrung geboten anzunehmen, daß der Seele (der Intensität und Wahl der Angriffspunkte nach) variable Kraft in den nervösen Centralorganen zu Gebote stehe, daß ihre Variationen nach gewissen allgemeinen Gesetzen den Zuständen der Seele folgen, und vermöge ihrer mathematischen Größenunterschiede das übrige System der körperlichen Thätigkeit fernerhin rein mechanisch in Bewegung setzen.

4) Die geschehene Ausschließung der Causalbegriffe gewöhnlicher mechanischer Art und die Einführung der occasionalistischen Ansicht soll nicht eine erklärende Theorie sein, sondern sie behauptet nur, daß der Zusammenhang zwischen Körper und Geist ein anderer sei, als jener der gegenseitigen Wechselwirkung, welcher nur brauchbar ist bei der Wirkung von Stoff zu Stoff.«

So haben wir also zwischen dem fortwährend bewegten, in sich abgeschlossenen, Leben des Geistes und dem fortwährenden Wechsel körperlicher Zustände eine Kluft, welche beide trennend, dem Geiste auf seinem Gebiet eine freie Entwicklung zu einem persönlichen individuellen Wesen gönnt und dem Körper die mannichfachste Veränderung nach dem mechanischen Causalzusammenhang seiner Theile gestattet. So laufen zwei Reihen von Processen nebeneinander, jede mit ihren eigenen Gesetzen, und die Verflechtung beider Reihen zu einer Gesammtwirkung für die äußere Erscheinung liegt nicht in dem mechanischen causalen Zusammenhang beider, sondern in einer prästabilirten Harmonie zwischen ihnen, welche in den verschiedenen Individuen eventuell ganz verschieden sein kann, aber keinem Wechsel geistiger Bewegungen, keinem Wechsel der äußeren Eindrücke unterworfen, mit der Zeugung gegeben, mit dem Tode gelöst ist, und das ganze Leben hindurch dasselbe bleibt. Dieses verknüpfende Band zwischen mechanischen Processen und geistigen Functionen, diese prästabilirte Harmonie zwischen beiden ist aber das, was zunächst das Naturell bestimmt. Dieses Naturell, dem Geistigen wie dem Leiblichen gleich angehörig, oder vielmehr keinem angehörig, weil es die Folge eines über beiden stehenden Gesetzes des correspondirenden Ablaufs beider disparaten Reihen ist, das ist das, was allein uns bei den verschiedenen Individuen seinem Wesen, aber nicht seiner Form nach als constant entgegentritt.

So finden wir also auch auf dem rein geistigen Gebiet keine constante Größe, und wenn wir eine Symbolisirung des Wesens des Geistes durch Körperliches annehmen wollten, so wäre eine Analogie nie zwischen Bewegungen da und Bewegungen dort statthaft, so daß eine Analogie des fortwährenden Gedankenaustausches, der Metamorphose, der Gefühle und Strebungen, der Reproduction und des Wachsens der Vorstellungen rc.,

noch am ersten repräsentirt sein könnte in den Vorgängen des Wachsthums, der Ernährung, der Metamorphose, des organischen Stoffwechsels. Damit und mit den weiter unten daran anzuknüpfenden Gedanken, wäre von vornherein schon das Fundament der Schlußfolgerungen Hagens erschüttert, allein wir wollen weiter prüfen, um zu sehen, was diese „Ideen" für die Kranioskopie leisten können, wenn wir jene so fruchtbringende Anschauungsweise des Zusammenhangs zwischen Geist und Körper aufgeben wollten.

ad II. Da wir weder für körperliche Form noch für geistige Ausbildung ein bestimmtes Ideal haben, an dem wir messen können, wie weit sich jene oder diese ihm in einem gegebenen Fall nähern, da uns alle Anhaltspunkte fehlen um zu bestimmen, was hier oder dort harmonisch ist (wozu immer bestimmte Verhältnisse bestimmter Grundwerthe nöthig sind), so wollen wir annehmen, wir wüßten, was unter harmonisch zu verstehen ist, und es wäre unzweifelhafter Erfahrungssatz, daß die Größe des Schädels in Harmonie mit der natürlichen Ausbildungsstufe sämmtlicher Seelenkräfte eines Individuums stehe. Räumen wir dieses ein, so dringen wir dagegen um so bestimmter auf das consequente Festhalten an jener Behauptung, daß der körperlichen Bildung etwas Analoges im Psychischen entsprechen muß (sub I.). Psychisch und somatisch werden von Hagen als zwei abstracte Begriffe gegenübergestellt, die sich so entsprechen sollen, daß das Letztere das Erstere symbolisirt, so zwar, daß einer gewissen constanten Größe dort, eine gewisse constante hier entspricht. Das Constante ist nach ihm das Naturell. Will man der Natur nicht eine Willkühr und Launenhaftigkeit einräumen, welche sie sonst durchaus nicht zeigt, so wird doch überall, wo diese zwei constanten Größen gegeben sind, Naturell und Schädel, das Gesetz, nach welchem jenes durch diesen symbolisirt wird, das gleiche bleiben müssen. Naturell werden wir aber den Thieren nicht absprechen können, so wenig als den Schädel den Wirbelthieren. Bei diesen muß dieses Gesetz der Analogie, wenn es gelten soll, ganz bestimmt und deutlich durchgeführt sein, und wir wollen daher die vergleichende Anatomie hierüber um Rath fragen, und gerade die Punkte hervorheben, welche Hagen vor Allem berücksichtigt wissen will, nämlich die Verhältnisse zwischen Gesicht und Schädel.

Lafargue[1]) hat das Verdienst, die Proportionen der Gesichtslänge und Schädellänge auf einfache mechanische Gesetze zurückgeführt zu haben, welche sich keineswegs nach den Gebräuchen, nach der Art, nach den psychischen Aeußerungen der Thiere richten; die ganze Form des Schädels ist je nach der Haltung, nach der Größe des Unterkiefers verschieden, stets aber so berechnet, daß das Gleichgewicht des Kopfes möglichst gewahrt wird. Bei den Vierfüßlern ist das Gehirn klein, der Unterkiefer groß: darum muß dieser nach vorn lange Hebel balancirt werden durch ein Zurücktreten an der Stirne, Erweitern des Schädels in der Schläfegegend, und Verlängern nach hinten. Die Fleischfresser haben einen vorwiegend in der Breite entwickelten Schädel; ihr Naturell weicht gewiß sehr von dem des friedfertigen, keineswegs raubgierigen Bibers ab, und doch zeigt auch sein Schädel dieselbe Configuration aus demselben mechanischen Grund, den Schädel gehörig zu äquilibriren. Beide besitzen starke und schwere Kinnladen, kräftige Schläfemuskel, und dem schweren Gesicht entsprechen die stark ausgebildeten Knochenleisten nach hinten.

Bei den Wiederkäuern, deren schwache Schläfemuskel keine entwickelte

[1]) Thèse inaugur. Paris 1838.

Scheitelknochenleiste nöthig macht, stehen Hinterhauptsleiste und Stirnhöhle immer im umgekehrten Verhältniß zum großen Gehirn und im gleichen zum Gesicht.

Bei allen den Vierfüßlern, welche kurze Extremitäten haben, und die mehr kriechend gehen, mag sonst ihre Art sein wie sie will, mögen sie die verschiedensten Anlagen haben, bei allen diesen ist der Schädel ähnlich gebaut, nämlich so, daß die größere Masse Gehirn hinter die Mitte der Längsaxe fällt, und die Gegend über den Jochbeinen eingedrückt ist. Wäre diese Vertheilung der Massen anders, der Kopf rund, die größte Masse des Gehirns in der Gegend der Jochbeine, so würde ihre Schnautze immer gegen die Erde gekehrt sein. Solche Thiere sind die Maus, die Ratte, der Maulwurf, das Frettchen 2c.

Bei den Affen werden die Kinnladen kleiner, entsprechend auch die Leisten am Schädel, und beim Menschen, welcher das kleinste Gesicht und das größte Gehirn hat, tritt die Kugelform am reinsten hervor, weil dadurch diejenige Massenvertheilung möglich wird, welche der Aequilibrirung des Kopfes am günstigsten ist; wo bei ihnen der Unterkiefer mehr hervortritt, da verlängert sich zugleich auch der Schädel nach hinten. Beim Neger tritt die Stirne zurück, sein Kopf ist mehr lang und schmal. Beim Europäer ist die Kinnlade klein, die Stirn erhabener, der Kopf höher und breiter, am meisten kugelförmig, bei Malaien und Mongolen sind dagegen die Schläfegegenden schon breiter, da der Unterkiefer ebenfalls mehr entwickelt und schwerer ist.

So sehen wir also bei verschiedenem Naturell der Thiere gleiche Formen des Schädels, und bei gleichem Naturell häufig verschiedene Formen, finden dagegen einen bestimmten Grund der Form in mechanischen Verhältnissen, welche wohl die Hauptsache bilden werden, da ohne dies ihr Zweck nicht Symbolisirung des Geistigen sein kann, weil sich die Natur bei jedem Thier einer anderen Symbolik bedient haben müßte, was wohl kaum anzunehmen sein dürfte. Auch haben wir kein Recht, diesen Zweck der Form für den Menschen allein in Anspruch zu nehmen, da ihr Inhalt bei ihm wie bei den Thieren der gleiche sein soll, nämlich das Naturell, und gleicher Inhalt sich in gleicher Form gewiß immer in der gleichen Weise aussprechen müßte. Die Harmonie der Verhältnisse an einem Schädel wird keineswegs bedingt von der idealen Schönheit einer Bogenlinie, sondern von der Zweckmäßigkeit der Massenvertheilung zu einem gewissen mechanischen Effect, welche die Form der Curve bestimmt, deren Ideal nicht der ästhetische Werth ihrer Schönheit, sondern der teleologische ihrer Function ist.

ad III. Wenn Hagen gerade das, was er ganz bedeutungslos für die Schädelform auf dem Gebiete des Psychischen hält, nämlich den Willen der Selbstbestimmung, den Charakter als das Bedingende derselben, als das durch den Schädel Symbolisirte nehmen wollte (was also mehr ein unveräußerliches, eigenthümliches Besitzthum des menschlichen Geistes ist), wenn er nicht als tertium comparationis das Naturell gewählt hätte, was den Thieren ebenso gut zukommt, als den Menschen, dann ließe sich die Betrachtung der Schädelformen auf die des Menschen beschränken, dann könnte unter diesen einander mehr ähnlichen Formationen diejenige vielleicht herausgefunden werden, welche einem gewissen Ideal sich nähert, dann ließe sich etwa von einer Harmonie sprechen, welche bei dem Einen vollendeter angetroffen wird als bei dem Anderen. Auch hier hat sich wieder der Schluß nach der Analogie gerächt, und zwar hauptsächlich weil der Begriff des Na-

turells nicht festgestellt war, und der Sprachgebrauch für zwei ganz verschiedene Dinge gleichen Ausdruck eingeführt hat. Man spricht nämlich von psychischer Richtung, und von einer Richtung, in welcher im Raum materielle Stoffe liegen. Richtungen des Geistes sind aber, eben weil er nichts Körperliches ist, etwas ganz anderes als Richtungen, in denen das Letztere liegt. Richtungen des Geistes sind qualitative Verschiedenheiten, Richtungen des Materiellen werden durch quantitative Verhältnisse bestimmt.

Die Richtungen, in welchen die verschiedenen Punkte der Schädeloberfläche liegen, beziehen sich auf einen gemeinschaftlichen Punkt, von dem aus die übrigen gemessen werden können. Physikalisch ist der Punkt, von dem ausgegangen wird, nicht gleichgültig. Für den Kreis ist es dessen Centrum, für die Kugel ebenso, für den Schädel ist es sein Schwerpunkt. In Beziehung auf den letztern ist diejenige Form harmonisch zu nennen, welche den Schwerpunkt desselben gerade über seinen Unterstützungspunkt bringt. Denn eine Harmonie in der Massenvertheilung heißt nichts anderes, als daß alle Theile gegenseitig äquilibrirt sind. Da wir diese Harmonie bei den verschiedensten Thieren, und selbst bei den Menschenracen als bestehend, als das Bedingende der Schädelform gefunden haben, so ergiebt sich daraus, daß die Begrenzungslinie als solche ganz gleichgültig ist, daß der Halbkreis eben so harmonisch sein kann als eine Ellipse 2c.; überhaupt ist es ein von der Naturphilosophie mit Schaden eingeführtes Vorurtheil, als habe eine Linie, wie z. B. der Kreis an sich und unter allen Umständen, eine höhere Bedeutung als jede andere. Der Begriff der Schönheit ist relativ; die Amerikaner halten die breit gedrückten Schädel für schön, wie die Chinesen den Zwergfuß an ihren Frauen. Wir einen Schädel, der mit dem Gesichtstheil zusammen ein Oval bildet, aber nicht einen Kreis; denn diejenigen Formen, bei denen die Natur »diese Tendenz ihn zu bilden« beinahe erreicht hatte, die kugelförmigen Köpfe halten wir nicht für schön. Wir können jedoch hier nicht weiter auf den Begriff der Schönheit eingehen, jedenfalls ist, wenn es etwas an sich Schönes giebt, dessen Hervorrufung der untergeordnete Zweck bei der Schöpfung, und wenn wir unsern Geschmack über den der Amerikaner und Chinesen setzen, so haben wir doch keine Berechtigung anzunehmen, daß er der absolut richtige ist.

Ueberhaupt die Schönheit in gewisser sogenannter einfacher mathematischer Regelmäßigkeit zu suchen, und der Natur ein Bestreben aufzuzwängen, sich dieser zu unterwerfen, dürfte kaum einer Zeit mehr angemessen sein, in welcher die Mathematik selbst diesen Standpunkt verlassen hat, sogenannte unregelmäßige Figuren von ihrem Gebiet auszuschließen, wo sie vielmehr allem Gegebenen gleichberechtigte Gesetzmäßigkeit zugesteht [1]).

ad IV. Die Beurtheilung dieses Satzes ergiebt sich im Allgemeinen schon aus dem bisher Erörterten. Nur ist zu erwähnen, daß eine Abweichung von der Linie des Halbkreises mit Vorschlagen einer oder zweier Dimensionen nicht »die wichtigste«, sondern die allein denkbare ist, wenn die Kreisform überhaupt in eine andere übergehen soll. Zweitens bedarf der Begriff psychischer Einseitigkeit, der hier in Bausch und Bogen genommen ist, einer Feststellung, um den nächsten Satz zu beleuchten. Da Hagen keine Definition des Naturells giebt, so wird es gestattet sein, bei der oben gegebenen stehen zu bleiben und zu sehen, ob von einer Einseitigkeit des-

---

[1]) Dirichlet, über die Darstellung ganz willkührlicher Functionen durch Reihen; Doves Repertorium Bd. I.

selben gesprochen werden kann. Nach unserer Definition ist Naturell die prästabilirte Gesetzmäßigkeit zwischen mechanischen, physischen und psychischen Processen. Die Gesetzmäßigkeit kann bei jedem Individuum je nach den Gliedern, an welchen sie die Verkettung bewirkt, eine andere sein, wird aber stets eben für dieses die oberste Norm bleiben müssen. Zeigt sich nun bei den Aeßerungen irgend eines Individuums eine Abweichung von irgend einem bestimmten, willkührlich angenommenen Ideal, so können wir diese Abweichung nur von einer fehlerhaften Entwicklung des Körpers, oder von einer fehlerhaften Entwicklung des Geistes ableiten, nie aber von einer fehlerhaften Verkettung zwischen beiden, die ja dem Begriff des Naturells zur Folge immer gesetzmäßig ist. Es scheint also hier eine Vermengung der Begriffe von Charakter und Individualität stattgefunden zu haben.

ad V. Dieser Satz, welcher als eigentliche Schlußfolgerung aus allen vorhergehenden zu betrachten wäre, enthält eine Reihe naturphilosophischer Ansichten, deren metaphysische Begründung schwer fallen dürfte. Trifft auch mit dem Vorwiegen der einen oder andern Dimension erfahrungsgemäß diese oder jene psychische Gesammteigenthümlichkeit zusammen, so haben wir durch die in diesem Satz ausgesprochenen Deutungen der Dimensionen keinen weitern Schlüssel zur Auffindung eines Grundes gefunden, aus dem ein bestimmter psychischer Inhalt mit dieser oder jener bestimmten physischen Form zusammenhängen soll. Solche Ausdrücke, wie die »Länge bezeichnet die einfachste Form der Bewegung im Raum schlechthin«, als gäbe es im unbegränzten Raum eine Länge und Breite, oder »die Breite ist ein Hemmendes für die Länge«, als hätte die Breite nicht dasselbe Recht breit zu sein, als die Länge lang, können nicht als wirkliche Erklärungen benutzt werden, und wir entheben uns einer weiteren Untersuchung derselben, welche weitläufige metaphysische Vorbemerkungen zu ihrer gründlichen Widerlegung bedürften.

Keine von diesen drei Untersuchungen über die Bedeutung der Schädelform als eines Ausdrucks psychischer Artung hat demnach zu einem befriedigenden Resultate geführt. Es sind die manchfachsten Mittel versucht, die verschiedensten Wege eingeschlagen worden, man hat den Geist zersplittert und seine Atome an bestimmte Organe geknüpft, man hat seine Aeußerungsformen zu drei großen Gruppen zusammengeballt, und sie unter die drei Schädelwirbel vertheilt, man hat ihn endlich wieder zu einer Einheit verschmolzen, und diese in der Schädelhöhle mehr oder weniger sicher äquilibriren lassen, je nachdem die Richtungslinien der ersteren sich gegen einander verändern. Man hat die Gesetze dieser Symbolisirung des Psychischen durch Physisches mit Hülfe der vergleichenden Anatomie, der pathologischen Anatomie, der Experimentalphysiologie, in der Philosophie zu ergründen gesucht, — und hat sie nicht gefunden, und man wäre von vorneherein leicht versucht, für die Richtigkeit der Kranioskopie als eines Theils der Physiognomik mit Lichtenberg den Beweis darin zu suchen, »daß sie trotz ihres Reizes bei zunehmenden Hülfsmitteln neben einem so hohen Alter so schlechte Fortschritte gemacht habe.«

Untersuchungen aber abzuschneiden, nur weil sie bis jetzt keine Resultate geliefert haben, wäre ein zu verwerfender Grundsatz der Naturforschung. Erst wenn sich beweisen läßt, daß nicht die Methode der Untersuchung, sondern die Fragstellung falsch ist, wird man genöthigt sein, den eingeschlagenen Weg ganz zu verlassen, und die Unmöglichkeit das Problem zu lösen nicht in der Unzulässigkeit einer Methode, sondern darin zu suchen, daß man eine

Frage gestellt hat, auf die es überhaupt keine Antwort giebt, weil sie selbst auf Voraussetzungen gestützt ist, welche nicht existiren, die somit auch keine merklichen, auffindbaren Folgen haben können. —

Jede Kranioskopie geht von der Voraussetzung aus, daß irgend eine Seite des Psychischen oder dieses überhaupt nach allen seinen Richtungen aus der Anordnung leiblicher Organe erkennbar sei. Ueber den Zusammenhang eines Organs mit seiner psychischen Function sind sich die Phrenologen oft wenig klar geworden, haben diese mit jenem für unbedingt gegeben erachtet und sind dadurch häufig in Widerspruch mit den ethischen Anforderungen des Bewußtseins an die Lehre von der Freiheit und Unsterblichkeit des Geistes gerathen, der psychologischen Irrthümer Gall's nicht zu gedenken, welcher die einzelnen Elemente eines Seelenvermögens oft an zwei Organe verlegte, und das resultirende Vermögen selbst wieder an ein drittes.

Die erste Frage ist demnach die, in wie weit man von Organen des Geistes überhaupt sprechen kann. Meine individuelle Auffassungsweise dessen wiederzugeben, was Lotze bereits mit solcher Klarheit in den verschiedenen hier einschlagenden Untersuchungen entwickelt hat, dürfte ich mir am wenigsten getrauen. Etwas Wesentliches zum weitern Verständniß beizutragen, dazu kann mich nur die Wichtigkeit dieser, und der sich daran knüpfenden Fragen, sowie die Aufgabe, diesem Artikel in sich einen gewissen Abschluß zu geben, berechtigen.

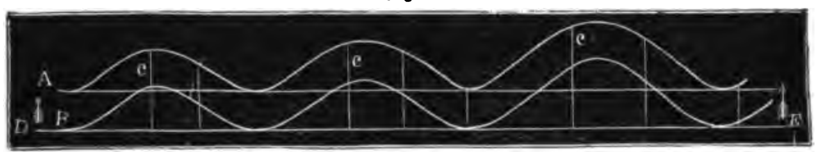
Jeder leibliche Mechanismus ist als das Organ aufeinander wirkender Kräfte anzusehen, deren letzte Folge als Effect der Maschine in die Beobachtung fällt. Jedes Organ des Geistes wäre ein Mechanismus materieller Stoffe, deren letzter Effect die Entstehung eines Geistesvermögens wäre.

Solche Organe sollen im Gehirn liegen, und sich äußerlich durch Erhabenheiten am Schädel kenntlich machen.

Verfolgen wir das Spiel des Mechanismus in diesen Hirnorganen, so sehen wir auch in ihnen eine Reihe von Processen auftreten, die nach den Gesetzen der Physik und Chemie sich erklären lassen; wir sehen den gewöhnlichen Ablauf der Veränderungen in Folge ihrer Ernährung, Metamorphose 2c., ebenso erklärbar wie in jedem andern körperlichen Organ. Allein über diesem Ablauf von Ereignissen innerhalb der Materie bewegt sich eine zweite Reihe von Erscheinungen, welche aller materiellen Unterlage entbehrt, und ohne allen Stoff, ohne räumliche Ausbreitung, nichts als den gleichzeitigen Ablauf mit jenen Bewegungen in der Materie erkennen läßt. Gleichzeitiges Auftreten zweier Erscheinungen läßt, je öfter dieses eintrifft, um so sicherer auf ein Verhältniß zwischen beiden schließen, das sich wie das einer Bedingung zum Bedingten ausnimmt. Solche causale Verhältnisse setzen einen continuirlichen, innerlich zusammenhängenden Verlauf gleichartiger Bewegungen voraus, welcher mit dem Zusammentreffen wenigstens zweier Ursachen beginnt, und mit der daraus resultirenden neuen Richtung der Bewegung als Folge so lange fortgeht, bis er von neuen intercurrirenden Ursachen gehemmt oder modificirt wird. Jeder solcher physikalisch-causaler Zusammenhang setzt das durch die Empirie gefundene Gesetz voraus, daß die Art der Bewegung, die wir Kraftäußerung der Materie nennen, immer dieselbe bleibe, so lange und so oft gleiche Massen in gleicher Weise als Ursachen auf einander wirken. Die Kraftäußerung läuft also immer den Massenbewegungen der Ursachen parallel.

Lösen wir in Gedanken die Kraft von der Materie, so erhalten wir folgende Curven:

Fig. 40.



wenn *C* die Intensität der Wirkung des Einen auf das Andere, die Kraft *A* auf die Materie *B* durch die Elevation der Curve über ihre Grundlinie ausdrückt. Oder auch wenn *A* die dritte resultirende Kraft ausdrückt, welche aus der Congruenz zweier anderer an die Materie *B* gebundener Kräfte entspringt.

Die Größe der Elevation bleibt bei gleichen Massen und Kräften in einem wie im andern Falle gleich, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß unter gleichen Umständen die Kraft *A* die Materie *B* nicht einmal so weit, ein anderesmal nur so weit bewegen kann.

Verfolgt man die Resultate irgend eines physikalischen Processes durch immer weiter zurückgehende Analyse seiner Ursachen, so stoßen wir jeder Zeit auf letzte Phänomene, welche wir nicht mehr als Folgen weiterer Ursachen darstellen können, und die wir daher Grundkräften zuschreiben, weil sich bei ihnen kein Causalzusammenhang mit anderen sie hervorrufenden Ursachen auffinden läßt. Sie erscheinen uns nicht mehr als Bedingtes, sondern nur als Bedingendes; woher sie aber ihre bedingende Kraft nehmen, bleibt vollkommen unbekannt. Diese Kraft liegt jenseits der materiellen Gränzen der Substanz, an der wir das Phänomen beobachten, und ist das ein für alle mal in sie gelegte Gesetz, nachdem sie mit dieser oder jener andern Substanz zusammengebracht, diese oder jene Folge haben muß. Die Physik hat es längst aufgegeben in der Materie zu suchen, warum sie gerade nach diesem bestimmten Gesetz sich gegen andere verhält, sie lehrt die Wirkung der Gesetze, findet, daß sie an derselben Materie immer dieselben bleiben, und operirt so sicher mit constanten Größen, um den Zusammenhang alles Materiellen zu erfahren.

So setzen wir uns über die Erforschung der letzten Gründe hinweg, vergegenwärtigen uns nur den Zusammenhang der weiteren Ursachen und resigniren auf die Auffindung jener. Diese Resignation wird aber stets dort gestört werden, wo uns immer von neuem solche unvermittelte Grundphänomene bewußt werden, und eine Summe der für uns wichtigsten Erfahrungen sich daran knüpfen. Ein solches Grundphänomen ist der Zusammenhang zwischen Leib und Seele, und unser Wissen wird darin nie weiter gehen, als das von jedem anderen physikalischen Grundphänomen.

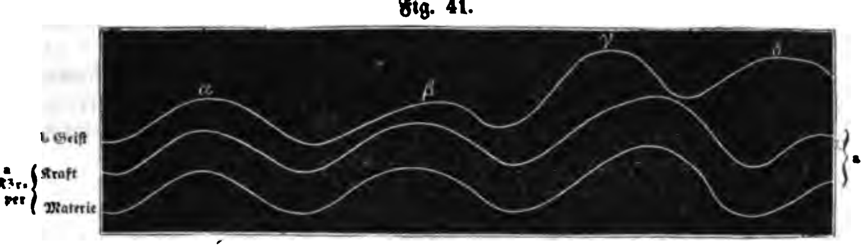
Von einer Theorie, wie der Geist es anfange, die Materie des Körpers in Bewegung zu setzen oder umgekehrt, kann daher hier so wenig wie dort die Rede sein, sondern es kann nur untersucht werden, wie erfahrungsgemäß beide Reihen von Processen neben einander ablaufen, und an welchen Coincidenzpunkten neue Wirkungen eintreten.

Ueber dem vorigen Curvensystem sehen wir also eine zweite, welche die Bewegungen des Geistes vorstelle.

Die Substanz des Körpers bewegt sich immer constant proportional der

Intensität der Kräfte, denen sie unterworfen ist, und den Bewegungen der Massen folgen constant die Kraftmomente nach unabänderlichen Gesetzen im gleichen Verhältniß. Die Curve b (Fig. 41.) sehen wir aber einmal paral-

Fig. 41.



lel gehen dem andern Curvensystem in α, ein anderes mal (bei β) ist die Intensität (bezeichnet durch die Elevation von der Grundlinie) geringer als die der anderen. Ein drittes mal zeigt sie eine Intensität von hohem Werth in γ, während a sich nicht über die Grundlinie erhebt. Endlich steigt die Curve b (in δ), während die Curven a sinken. Der erste Abschnitt der Curve α hat zu der Ansicht geführt, als bestände zwischen Körper und Geist derselbe Zusammenhang wie zwischen Kraft und Materie, der letzte δ hat diesen Glauben sofort wieder erschüttert, und dazu geführt, Geist und Körper ganz von einander zu trennen, und für vollkommen unabhängig von einander zu halten. Zwischen diesen beiden Extremen liegen die Curven-Abschnitte $\beta\gamma$, die einigermaßen den Curven a correspondiren, doch nicht vollkommen, und diese haben vermuthen lassen, daß eine Wechselwirkung zwischen beiden besteht, die jedoch anderen Gesetzen folgt, als denen, welche zwischen Kraft und Materie in einem complicirten physikalischen Proceß sich geltend machen. Da alle Beobachtungen richtig sind, die erste und letzte sich geradezu widersprechen, wenn man sich den Vorgang rein physikalisch dächte, so bleibt keine andere Annahme, als die, daß der Zusammenhang zwischen beiden ein anderer ist als hier; Lotze nennt ihn den occasionalistischen, welcher sich auf folgende Weise graphisch darstellen läßt. Der Erklärung müssen wir noch folgende Erfahrungssätze vorausschicken:

1) Gewisse geistige Zustände und gewisse körperliche Zustände rufen bei ihrem gleichzeitigen Auftreten gewisse Effecte hervor, wobei nichts weiter nöthig ist, als daß sie beide eben nur gleichzeitig gegeben sind, ohne daß ein weiterer causaler Zusammenhang aufgefunden werden kann.

2) Beide Reihen von Zuständen können wechseln, die körperlichen in Folge mechanischer Veränderungen, die geistigen in Folge rein geistiger Processe; beide Reihen von Zuständen haben an sich nichts mit einander zu schaffen.

3) Je nachdem der eine oder andere Zustand sich ändert, kann sich der Effect ändern.

4) Es ist jedoch nicht nöthig, daß, wenn sich der körperliche Zustand in gewissen Gränzen ändert, sich die geistigen Zustände auch, und zwar proportional, ändern; es kann sich daher auch der letzte Effect nicht ändern.

5) Es ist nicht nöthig, daß, wenn sich der geistige Zustand ändert, der körperliche sich proportional auch ändere; der Effect kann daher auch in diesem Falle derselbe bleiben, oder ein anderer werden.

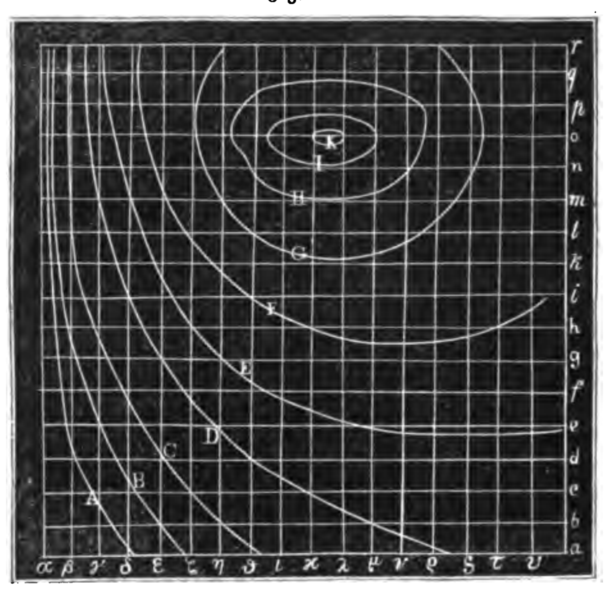
6) Es giebt Fälle, in denen der Wille frei ist, aber unvermögend einen gewollten Effect auszuführen.

7) Es giebt Fälle, in denen ein Zustand des Körpers auf den des Geistes nicht mehr influirt, während er es sonst gethan zu haben scheint. Aeußere Eindrücke und gewisse Handlungen sind oft nur bei gewissen Zuständen des Geistes möglich.

8) Es giebt Fälle, in denen beide Zustände nur scheinbar auf einander wirken.

9) Es giebt Fälle, in denen geistige Zustände auf körperliche influiren, was die Annahme einer variablen Kraft in den Centralorganen rechtfertigen kann.

Fig. 42.



Die Linien α — φ seien irgend welche Zustände des Körpers, die Linien a — r seien irgend welche Zustände des Geistes. An allen den Punkten, wo beide sich schneiden, entstehe ein Effect. Da nun nach dem 4ten Erfahrungssatz der Effect bleiben kann, während der Zustand des Geistes und Körpers sich ändert, so liegt derselbe Effect auf verschiedenen Durchschnittspunkten der geraden Linien. Diese Durchschnittspunkte unter einander verbunden bilden eine Curve, welche mit der Curve jedes anderen Effectes zu einem gleichen System gehört, weil das einmal festgestellte Verhältniß zwischen Körper und Geist nicht willkührlich, sondern gesetzlich ist (Lotze's prästabilirte Harmonie). Die Form der Curven, die wir gezogen haben, ist willkührlich, weil die Linien a — r alle möglichen Zustände[1]) des Geistes, und α — φ alle möglichen des Körpers repräsentiren. Dem Erfahrungssatz 6 zu Liebe mußten wir Curven wählen, welche einzelne Linien des Körperzustandes zu Asymptoten (z. B. Curve A) und andere, welche Linien geistiger Zustände zu Asymptoten haben (z. B. Curve E).

---

[1]) Mit dem Worte »Zustand« sei ganz allgemein irgend eine geistige Thätigkeit bezeichnet, mag sie nun eine ganz momentane oder lange Zeit andauernde sein.

Der Erfahrungssatz Nr. 7 bestimmt uns endlich, auch geschlossene Curven anzunehmen.

Die Wechselwirkung zwischen Körper und Geist läßt sich nun im Speciellen folgendermaßen darstellen.

Mit vollkommener Freiheit können die Zustände des Geistes (a — r) in einander übergehen, und zwar durch eine dem Geist inwohnende Kraft, welche wir an sich unendlich nennen dürfen.

Die Zustände des Körpers können ebenfalls zwischen α und φ unberechenbar oft wechseln, sie sind aber bedingt durch die mechanische Wirkung von Stoff auf Stoff.

Erster Fall: Der Zustand des Körpers sei δ, der Zustand des Geistes sei in demselben Moment f. Jener bringe diesem eine Combination von Anstößen entgegen, so entsteht der Effect C, und dieser wird das Resultat eines causalen Verhältnisses vortäuschen können, wenn man ihn für sich betrachtet. Der Zustand des Geistes ändere sich nun, und gehe in den mit k bezeichneten über, nun bewirkt derselbe Anstoß von Außen δ, im Geist einen andern Effect nämlich D, und so können durch die Wechsel der geistigen Zustände bei gleichbleibendem Impuls von außen die manchfachsten Bewegungen auf geistigem Gebiet, die verschiedenartigsten Auffassungen äußerer Eindrücke zu Stande kommen. Getäuscht wundert man sich über die Verschiedenartigkeit ein und desselben äußeren Einflusses, während in der That er derselbe geblieben ist, und nur der Geist seine Zustände vielleicht unbewußt geändert hat. Umgekehrt können natürlich auch die körperlichen Zustände wechseln, während der geistige mehr gleich bleibt, so daß derselbe Anstoß schon auf der Seite des Körpers einen anderen Werth bekommt, und den psychischen Effect bei gleichbleibendem Zustand ändert. Endlich können bei gewissen körperlichen Dispositionen dieselben Anstöße von außen ganz wirkungslos auf den Geist bleiben, wenn der Zustand des letzteren z. B. d, c, b oder a ist, während jene in den Linien ς, τ, v oder φ liegt.

Gesetzt nun ferner, der Körperzustand sei α, so wird keine Curve an irgend einem Punkt dieser Linie geschnitten, die Zustände des Geistes mögen sein wie sie wollen. In diesem Fall steht der körperliche Impuls in keinem solchen Verhältniß zu irgend einem denkbaren Zustand des Geistes, bei dem ihre gleichzeitige Gegenwart einen Effect hervorrufen könnte, während der Geist auf seinem Gebiet schrankenlos sich ergehen mag. Sind sämmtliche Organe in diesem Zustand α, so haben wir ein Bild der vollständigen Narkose, wo solche Veränderungen im Mechanismus hervorgerufen worden sind, daß kein Effect desselben mehr so ist, daß das präſtabilirte Gesetz der Verbindung von Körper und Geist in Wirksamkeit treten könnte.

Bezeichnet uns einen Augenblick die Scala der Buchstaben von a — r eine aufsteigende Reihe von geistigen Zuständen nach ihrer Energie geordnet, so sieht man, daß je mehr der Geist Kraft hat sich von niederen zu höheren Erregungsgraden emporzuarbeiten, um so leichter die geringste Veränderung der körperlichen Zustände (α) einzutreten braucht, um jenes Gesetz sofort in Wirksamkeit treten zu lassen.

Stellen α und β schnell und leicht in einander übergehende Zustände eines Organs, z. B. eines Sinnesorgans vor, so wird der geistige Zustand r oder q der geeignetste sein, um die kleinsten Veränderungen jener wahrzunehmen (die Wahrnehmung äußerer Einflüsse ist ja eben ein Effect, den wir hier z. B. durch die Curve A ausgedrückt haben). Dieses Verhältniß der höheren Erregungsgrade der Seele (durch die höher gelegenen Buchsta-

den ausgedrückt) zu den kleinen Veränderungen in dem Zustand körperlicher Organe giebt ein Bild von der Selbstbeobachtung der Aufmerksamkeit auf das Eintreten äußerer Anstöße 2c.

Bisher haben wir nun den Geist des Menschen überhaupt als mit gleichen Fähigkeiten sich zu bewegen, schrankenlos bei allen Individuen gleich, betrachtet. Wir gehen weiter. So wenig wir über den Geist des Menschen an sich wissen, ob er von Anfang an in dem Complex aller seiner Fähigkeiten bei allen gleich oder verschieden ist, soviel ist gewiß, irgend ein Zustand des Geistes wird bei jedem Menschen von Anbeginn vorhanden sein. Dieser beliebige Zustand sei e, und von da aus oscillire derselbe vermöge des dem Geist inwohnenden Bewegungprincips nach a und r hin und her. Je öfter der Geist nun auf diesem Wege auf gewisse Impulse von Außen trifft, welche solche Zustände des Körpers hervorrufen, die gewisse prästabilirte Effecte mit jenen des Geistes vermitteln, um so mehr wird er, nicht gezwungen, sondern freiwillig, zu demjenigen Zustand zurückkehren, wo er seiner Wechselwirkung mit dem Körper sich bewußt wird. Der körperliche Zustand sei z. B. $\varkappa$, so findet der Geist in allen möglichen Zuständen Anknüpfungspunkte seiner Bewegungen an die körperlichen; denn die Linie $\varkappa$ durchschneidet das ganze System von Curven, und der Geist wird bei dieser Organisation die größte Freiheit innerer Bewegung haben, und im Genuß dieser selbstbewußten Effecte bald diesen bald jenen Zustand hervorrufen, und deshalb nicht immer wieder auf beschränktere Kreise seiner Zustände zurückkehren, sondern in allen frei sich ergehen, und das erlangen, was wir freien Blick, Unbefangenheit in der Anschauungsweise 2c nennen.

Ungünstiger werden die körperlichen Zustände, je mehr sie sich von $\varkappa$ aus α nähern. Je näher sie dem letzteren liegen, um so weniger Zustände des Geistes von r aus abwärts können sich mit einander zu bestimmten Effecten vereinigen. Nun wird der Geist immer jene Regionen seiner Zustände aufsuchen, in denen dies überhaupt nur möglich ist. Für den Zustand β bleibt ihm nur der Spielraum zwischen r und e, und so wird er sich nach und nach freiwillig des nutzlosen Rechts begeben, bis zu a seine Zustände zu ändern, in jenen engeren Kreis von Zuständen scheinbar gebannt, in der That aber freiwillig auf ihn sich beschränken. Hier bekommt die Organisation eben durch den Gebrauch der Freiheit des Geistes den Anstrich eines hemmenden Gewichts an derselben. Dadurch, daß der Geist sich des Rechtes, seine Zustände beliebig und mit voller Freiheit zu ändern, begiebt, entwickelt sich, wie man leicht sieht, eine gewisse Individualität des Geistes, welche auf um so engere Kreise von geistigen Zuständen sich zurückzieht, je weniger körperliche Anstöße die Organisation bietet, bei deren Gegenwart sich bestimmte Effecte im Bewußtsein entwickeln können; ebenso wird der Geist, je häufiger ihm dieselben Anstöße von der Organisation gegeben werden, diejenigen Zustände aufsuchen, mit denen sie geeignete Coincidenzpunkte zur Entfaltung prästabilirter Effecte bieten.

So entstehen die individuellen Auffassungsweisen und Gefühlskreise nicht als starre Krystalle geistiger Processe, die aus der Masse des organisch dargebotenen Materials nothwendig anschießen müssen, sondern welche der Geist freiwillig sich bildet, um überhaupt nur gewisser Effecte seiner Wechselwirkung mit dem Körper sich bewußt zu werden.

Zweiter Fall: Im freien Geist entwickelt sich durch die Verkettung der verschiedensten Processe, welche bloß ihm angehören, irgend ein Entschluß zu einer Handlung. Der Zustand, in welchem sich der Geist in diesem

Moment befindet, sei z. B. g. Der Organismus, der dem Willen als Organ dienen soll, befinde sich in Folge seiner mechanischen Vorgänge im Zustand α. Mag nun der Geist alle möglichen Zustände seiner selbst durch eigene Machtvollkommenheit hervorrufen, um die Handlung A zu vollbringen, er wird es trotz seiner Willensfreiheit nie können, denn kein Kreuzungspunkt der Linien α und $r - a$ fällt auf die Curve A, d. h. nach dem einmal bestimmten Gesetz der Wechselwirkung zwischen Körper und Geist vermag kein Zusammentreffen irgend eines geistigen Zustandes mit dem gegebenen körperlichen α hervorzurufen.

Wieder einen Augenblick die Reihenfolge der Buchstaben als Erregungsscala der geistigen Zustände aufgefaßt, die von a an aufsteigt, so sieht man, daß je mehr sich der Geist zu dem Zustand r emporarbeitet, um so geringer braucht die Veränderung im organischen Mechanismus zu werden, um die gewollte Handlung zur Ausführung zu bringen. Daher kommt die oft augenfällige Einwirkung des energischen Willens auf den vorliegenden Mechanismus, dem ein Effect vom Geist abgezwungen erscheint.

Jedoch nur scheint: die Willensenergie treibt nämlich bis zu ihrem Gipfelpunkt, wo sie nur erwartet, bis der Mechanismus durch seine Processe von dem Zustand α in den von β z. B. übergeht, und noch ehe dies geschehen ist, ehe wir eine Veränderung hier wahrzunehmen im Stande sind, hat der Geist sich jener schon bemächtigen können, um das Gewollte (A) auszuführen, was ihm aber eben ohne diese Veränderung des körperlichen Zustandes nimmer möglich gewesen wäre.

Auch hier wird wieder $\varkappa\,\lambda$ die günstigste Organisation sein, da bei diesen körperlichen Zuständen jedweder geistige Zustand zu einem gewollten Effect unmittelbar sich vereinigen kann. Die Wahl der Effecte bleibt dem Geiste ganz frei, er kann aber auch jeden vermeiden, wenn er z. B. den Zustand h, g oder f hervorruft, welche die Linien $\varkappa\,\lambda$ in keiner Curve schneiden. Der körperliche Zustand kann daher nie den Geist zwingen, überhaupt dieses oder jenes zu thun. —

Wie im ersten Fall wird der Geist auch im zweiten, indem er von irgend einem Zustand aus das Gebiet aller übrigen gleichsam fortwährend durchkreuzt, je nach der Organisation seines Körpers bald auf diese bald auf weniger Zustände stoßen, deren gleichzeitige Gegenwart ihre Handlungen möglich machen, und so wird er sich in den Regionen am meisten aufhalten, wo seine Thatkraft am öftersten und leichtesten sich äußern kann, er wird sich seiner absoluten Freiheit begeben, um in engeren Kreisen individuelle Handlungsweise zu entwickeln.

Je näher nun die geistigen Zustände liegen, welche im ersten und welche im zweiten Fall benutzt werden müssen, um hier und dort Effecte durch Körperzustände angeregt und ermöglicht auftreten zu lassen, um so harmonischer werden wir die Organisation nennen, weil die individuelle Auffassungsweise und individuelle Handlungsweise innerhalb der gleichen Breitengrade geistiger Zustände zu liegen kommen.

Die Wirkungskreise verschiedener Complexe von Zuständen innerhalb des geistigen Gebietes auf einander im Verhältniß zu den correspondirenden körperlichen Zuständen werden wir bei der Lehre von den Temperamenten einer genaueren Analyse unterwerfen.

Nun noch die letzte Frage für diesen zweiten Fall: ist es möglich, daß der Geist durch seine eigene Kraft die Zustände der Organe unmittelbar verändere, wie die tägliche Erfahrung uns jeden Augenblick zu beweisen

scheint? Lotze hat die Interpolation einer variablen Kraft der Centralorgane anzunehmen für nöthig erachtet, und obwohl ich keinen Grund einsehe, die Möglichkeit einer solchen Annahme zurückzuweisen, so kommen doch viele Fälle vor, wo offenbar der Wille nicht die Kraft des Organs direct verändert, um es in seinem Dienst in Bewegung zu setzen, sondern wo auf indirectem Wege erst der Zustand dieses Apparates durch einen zweiten, auf welchen der Geist seiner prästabilirten Harmonie zufolge schon wirken kann, so umgeändert wird, daß der erste sofort auch in den Dienst des Geistes treten kann. Für die Fälle, wo der Geist dieses auf solchem Umweg nicht bewirken zu können scheint, benützt er möglicherweise die variable Kraft der Centralorgane unmittelbar; nur hat es mir nicht vollkommen klar werden wollen, warum der erste Fall mit gemeinem Umweg doch wirklich oft eintritt, wenn dasselbe auf directerem Wege zu erreichen ist.

Ich meine nämlich so: α β γ seien die möglichen Zustände des einen Organs, δ ε ζ mögliche Zustände eines zweiten. In einem bestimmten Fall sei α der gegebene Zustand des ersten (eines motorischen Centrums), r der gegebene Zustand des Geistes, und A die gewollte Handlung, welche mit dem ersten Organ ausgeführt werden soll. So lange dessen Zustand α bleibt, vermag der Geist durchaus keine Bewegung durch dasselbe hervorzurufen. Ist der Zustand eines zweiten motorischen Centrums ε, so vermag der Geist von g aus durch dasselbe eine Bewegung hervorzurufen. Dies geschehe: so ist denkbar, daß, indem dieser Mechanismus ins Spiel gesetzt wird, seine Bewegung den Zustand des ersten Organs in den von γ auf rein mechanischem Wege überführe, und in demselben Augenblick wird es möglich die gewollte Bewegung wirklich auszuführen.

Fast bei jeder etwas außergewöhnlichen Bewegung rufen wir zuerst in anderen Muskeln Bewegungen hervor, welche die zu der bezweckten Bewegung nöthigen motorischen Centra gleichsam erst vorbereiten, d. h. in denjenigen Zustand überführen, in dem sie zur Einwirkung des Willens (dessen Energie rc.) brauchbar werden.

Die Wege, auf denen ein Organ das andere mit seinen Impulsen in Bewegung setzen, der Zustand des einen auf den andern influiren kann, sind ja unendlich viele, und ebenso auch die zu Wechselwirkung mit dem Geist schlagfertigen Mechanismen; nur die spontanen Uebergänge der geistigen Zustände in einander sind unbedingtes Erforderniß, so daß es mir scheint, als würde in vielen Fällen meist nicht die Kraft der Centralorgane, sondern ihre Zustände durch den directen Einfluß des Geistes auf andere Organe und von diesen aus mittelbar auf jene variirt. —

Welches endlich der Schwerpunkt ist, um den sich die geistigen Kräfte auf ihrem eigenen Gebiet drehen, gehört der Psychologie an, weiter zu verfolgen; es sei nur angedeutet, daß es, wie Lotze gezeigt hat, das Gewissen ist, jene höhere Art des Instinkts, welches den Angelpunkt der freien Bewegungen der thierischen Seele bildet. Für uns genügt der Nachweis, wie es möglich war, durch falsche Deutung des Beobachteten selbst moralische Fähigkeiten in Gehirnorganen localisirt zu glauben. Ich spreche hier nicht von der unrichtigen Voraussetzung, als wäre Gehirn- und Geistesthätigkeit identisch, sondern davon, wie ihre gegenseitige Unabhängigkeit selbst auf ethischem Gebiet durch gewisse Beobachtungen unverständlich werden konnte.

Gesetzt, es begehe ein Mensch ohne weitere nachweisbare äußere Veranlassung irgend ein Verbrechen einmal, und ebenso ohne weiteren entdeckbaren Grund nie wieder, so wird man nicht leicht behaupten, daß er zu

dieser Handlung durch seine Organisation gezwungen worden sei, daß daran ein Organ seines Hirns schuld gewesen wäre. Wiederholt sich aber dieselbe Handlung öfter und öfter, so vermuthet man, daß es ein organischer Fehler seines Gehirns ist, der ihn seinem freien Willen entgegen dazu zwingt. Wir hingegen behaupten, daß im ersten wie im zweiten Fall sein Wille gleich gebunden, oder gleich frei war, indem sich sein Verhältniß zur Handlung also entwickeln läßt:

Der Zustand des Geistes sei l, der des motorischen Centrum α, die gewollte Handlung A, so ist dieselbe nicht möglich, wie früher gezeigt wurde. Aendert sich der Zustand des Centrums in β, so wird sie möglich, wenn der Zustand des Geistes in d umgewandelt wird, und wird merklich, wenn der Geist will. Gesetzt, der Zustand des körperlichen Organs wäre constant oder annähernd constant β, so wird die Handlung A nur bei gleichzeitiger Gegenwart der geistigen Zustände d oder e möglich, sie wird aber ebenso wenig wie im vorigen Fall dadurch unmittelbar nothwendig, denn der Geist kann sich in die übrigen Zustände gleichsam flüchten, von denen aus die Handlung A nicht eingeleitet werden kann. Je öfter er aber, durch äußere Impulse angetrieben, seine Zustände in die von d oder e zurückzuführen geneigt wird, um so öfter wird er in Versuchung kommen, die Handlung A von da aus wirklich auszuführen. Handlungen, die auf solche Weise scheinbar unwillkührlich zu Stande kommen, können gut oder schlimm sein, und je nach dem wird man ihr öfteres Auftreten einer angeborenen Tugend oder Untugend zuschreiben, während sie doch nur dann eintreten, wenn der Wille sie wirklich will, so bald er die Zustände des Geistes nicht beherrschen will oder freiwillig wählt. — Je mehr sich der Wille auf andere Handlungen als A z. B. concentrirt, und weniger Acht hat auf die Möglichkeit des Zusammenfallens der Linie β mit d oder e, um so häufiger wird dieses Zusammenfallen stattfinden, und die Handlung A sofort erfolgen. Steht diese Handlung nicht im Einklang mit höheren ethischen Anforderungen, so nennt man diese die schwache Seite eines Charakters. Darauf beruht alle Selbsterkenntniß, diese Kreuzungspunkte von organischen Processen und geistigen Zuständen kennen zu lernen, und die Selbstbeherrschung liegt darin, diesen Coincidenzpunkten physischer und psychischer Processe auszuweichen, wo sie nicht in Harmonie mit dem ethischen Mittelpunkt liegen, nach dem die Handlungen gemessen werden; dieses Maaß hat jeder Mensch in sich im Gewissen und der Charakter des Menschen beruht auf der Accomodation der geistigen Zustände unter die vorliegenden organischen. Nicht der Charakter ist der vollendetste, welcher am freiesten sich in seinen geistigen Zuständen ergeht, sondern seine Freiheit so einschränkt, daß er je nach seiner leiblichen Organisation nur denjenigen geistigen Zuständen freien Spielraum gewährt, welche mit jener zu Handlungen ausschlagen, die sein Gewissen rechtfertigen.

So viel mußte und konnte nur hier angedeutet werden, um auf Grund der einfachsten zugänglichen Beobachtungen hin anzudeuten, in welchem Verhältniß die sogenannten Organe des Geistes zu seinem Wesen stehen.

Die leiblichen Processe haben ihre Organe, nicht die geistigen. Die leiblichen Organe vermitteln die geistigen Processe dadurch, daß sie den letzteren den Anstoß oder die Möglichkeit geben, bald als selbstbewußte Empfindung, bald als selbstbewußte willkührliche Handlungen sich zu äußern. Alle Versuche und Beobachtungen stimmen damit überein, daß diese leiblichen Organe die Centra des Nervensystems, vor Allem das Gehirn sind.

Doch läßt sich von vorneherein keineswegs die Gränze angeben, innerhalb welcher allein Geistiges und Leibliches durch ihre gleichzeitige Gegenwart gewisse Wirkungen hervorrufen. Die glücklichste Organisation wird die sein, wo die leiblichen Organe ein möglichst geordnetes Material von organischen Processen der Seele entgegenbringen, und ihr einen möglichst schlagfertigen, feingegliederten Mechanismus zur Hervorbringung von Bewegungen und Handlungen bieten.

An jenem Punkte liegt die Kranioskopie, an diesem die Mimik, aber weder im Sinne der drei oben entwickelten Lehren kann jene, noch im Sinne Lavaters diese ein sicherer Führer sein. Jetzt ist die eine Frage erledigt, in wie weit man von Organen des Geistes sprechen kann. Die Bedeutung solcher Organe, wenn sie empirisch sich auffinden lassen, ist eine andere als Gall und Carus vorschwebte, obgleich beide das Richtige schon stellenweise geahnt haben, wie wir sogleich sehen werden.

Wir fassen diese Organe als Endglieder des organischen Geschehens, welches durch sie so verflochten wird, daß es der Reihe psychischer Processe, welche neben ihm unabhängig verlaufen, schematisch ausgedrückt, die geeignetsten Coincidenzpunkte bieten, in welchen dem ein für allemal festgestellten Gesetz (der prästabilirten Harmonie) zwischen beiden zu Folge Resultate gegeben werden, die als Gefühl oder als Handlung ins Bewußtsein fallen.

Jetzt erst können wir zu den empirischen Beobachtungen der verschiedenen Kranioskopen zurückkehren, und der Aufgaben bewußt, welche sie allein lösen können, werden wir einen Gewinn auch aus dem falsch Gedeuteten, aber richtig Beobachteten ziehen können; nur müssen wir der Deutung noch mehr Nutzen der Beobachtung bieten, um nicht aus einseitigen Beobachtungen neue Trugschlüsse zu bilden.

Nichts berechtigt uns nämlich, der Masse des Gehirns oder dessen Form allein eine so hohe Bedeutung zuzuschreiben, als hinge nur von ihr die größere oder geringere Vollkommenheit dieser Apparate ab.

Die manchfachen nicht verfolgbaren Verschlingungen der Primitivfasern, ihr Zusammenhang mit den Ganglienkugeln, die chemische Beschaffenheit derselben, ihre Metamorphosen in Folge des Stoffwandels, die Veränderungen der zwischen den Centralorganen und der Außenwelt gelegenen weiteren organischen Apparate, alles dies ist gewiß nicht ohne bedeutenden Einfluß auf die constanteren oder schneller wechselnden Zustände der Centralorgane, aber wir sind noch weit entfernt, eine Einsicht in alle diese Processe gewonnen zu haben, deren letzter zusammengesetztester Effect gerade in den letzten Endgliedern ihrer ganzen Reihe, in den Nervencentris, auftritt; ja selbst über die Function so vieler einzelnen Theile des Gehirns sind wir ganz im Unklaren, wie aus den oben mitgetheilten und im Volkmanns Artikel ausführlich besprochenen Thatsachen hervorgeht. Ich habe früher [1]) gezeigt, wie Durchschneidung des Rückenmarks an einem bestimmten Punkte entgegengesetzte Wirkung haben kann, je nachdem eine andere Parthie desselben zerstört oder unverletzt gelassen wurde.

Aehnliches wird sich auch vom Gehirn nachweisen lassen, nur ist die Schwierigkeit des Experimentirens gerade an diesem Punkte am größten, wo das ganze Räderwerk des Organismus gleichsam noch einmal in einem zweiten feineren Werk zusammengefaßt ist, wo die Berührung der einzelnen Theile kaum bei irgend einer unserer Methoden fein genug ist, um sicher zu

---

[1]) Müller's Archiv. 1846.

sein, ohne alle Nebenwirkung nur den bestimmten Punkt in Bewegung gesetzt zu haben.

Nur mit großer Vorsicht werden wir daher das Beobachtete zu Schlußfolgerungen benutzen dürfen, und meines Erachtens ist das Material der empirisch gefundenen Thatsachen, auf welche wir vorläufig allein uns beschränken, noch viel zu gering, um die richtigen Durchschnittszahlen für die Werthe bestimmter Organe in unserem Sinne zu liefern.

Die Kranioskopie hat es nach dem bisher Erörterten mit denjenigen Organen hauptsächlich zu thun, welche äußere Anstöße dem Geist geordnet entgegen bringen. Diejenigen Organe, durch welche geordnete und combinirte Bewegungen möglich werden, liegen an denjenigen Stellen des Gehirns, welche äußerlich sich wenig durch Knochenhervorragungen markiren konnten, mit Ausnahme eines Theils des kleinen Gehirns, das vom Hinterhaupte umschlossen wird; denn allen Beobachtungen zu Folge (Vgl. oben S. 502) steht jenes in einer bestimmten Beziehung zu der Coordination der Bewegungen. Directe Reizung sämmtlicher Gehirntheile ruft ja nur, wenn sie an der basis cerebri geschieht, Bewegungen hervor und an diesem von außen ganz unzugänglichen Theil werden wohl die meisten Bewegungsorgane ihre centralen Conductoren haben.

Lotze [1]) hat es wahrscheinlich gemacht, daß außer den Organen, welche von außen empfangene Anstöße zur Anknüpfung psychischer Processe vorbereiten, und welche geistige Impulse zu wirklichen Bewegungen ausschlagen lassen, noch eine dritte Reihe von Organen vorhanden ist, welche dem ruhigen effectlosen Denken und dem Reproduciren von Vorstellungen parallel sich verändert, wenn die geeigneten Coincidenzpunk.e der Gedanken mit den jemaligen Zuständen jener gegeben sind, so daß wir folgende Reihe von Organen und Geistesthätigkeiten vor uns hätten:

1) Aufnahme des äußeren Anstoßes (Thätigkeit der peripherischen Nerven).
2) Zurechtlegung des Impulses in dem Organ der ersten Ordnung für die Anknüpfung der geistigen Thätigkeit.
3) Aeußerung der geistigen Thätigkeit als Vorstellung, Gefühl. Begleitet von Veränderungen in der zweiten Organgruppe, welche jene somatisch gleichsam symbolisirte.
4) Reproduction von Vorstellung und Gefühlen mit gleichzeitigen entsprechenden Veränderungen im Zustand der zweiten Organgruppe.
5) Aeußerung der geistigen Thätigkeit als Wille mit gleichzeitiger correspondirender Veränderung in der dritten Organgruppe (dem motorium commune).
6) Fortleitung des ursprünglichen geistigen Anstoßes nach Außen (durch die peripherischen motorischen Nerven).

Graphisch läßt sich kein System von Linien mehr entwerfen, welche den verschiedenen Zuständen dieser zweiten Organgruppe entsprächen, denn man sieht leicht ein, daß diese Linien senkrecht auf den anderen (die erste Organgruppe repräsentirenden) stehen müßten, wodurch wir von Curven auf gekrümmte Flächen geführt würden; wir mußten uns daher oben auf die erste und dritte Gruppe beschränken, um so mehr, als es der Raum hier nicht gestattet, ausführlich alle möglichen Combinationen durchzuführen und nur einzelne Beispiele zeigen sollten, wie man sich die Verkettung von Geist und Körper

[1]) Seele und Seelenleben. S. 229.

vorzustellen habe, wenn man allen scheinbaren Widersprüchen der Beobachtung ausweichen will.

Nach dieser Eintheilung der Hirnorgane erhalten wir drei große Gruppen derselben, die möglicherweise alle, gewiß aber theilweise von einander getrennt sind; die Stellen aber jetzt schon zu bezeichnen, an denen sie liegen, dazu scheint mir das Material der Beobachtungen noch zu gering, so daß wir jetzt nach Erledigung der Vorfragen erst von neuem die phrenologischen Untersuchungen beginnen können, wobei wir uns jedoch keineswegs auf das Gehirn allein beschränken dürfen, da von einem Sitz der Seele nicht die Rede sein kann, sondern ihr Gebiet so weit geht, als correspondirende Organe ihrer Wirkungsäußerung im Körper liegen, deren Plätze eben erst noch gefunden werden müssen.

Der Weg der Empirie mit vollständiger Entäußerung aller theoretischen Präsumtion kann allein zu einem gewissen Ziele führen. Denn wir haben gesehen, daß weder die Schlüsse aus der vergleichenden Anatomie, noch pathologisch anatomische Thatsachen, noch Experimente zu einer genügenden Einsicht in die Function sämmtlicher Hirntheile führen konnten. Man bedenke die verwickelte Combination variabler Größen, die Menge von Einflüssen, welche in Folge der Ernährung und des Stoffwandels auf die Hirnorgane einwirken, man bedenke endlich die Verschiedenheit des Lebensganges der einzelnen Individuen, welche bald mehr, bald weniger den Geist zum Gebrauch einer in gewisser Beziehung günstigen Organisation auffordert, und man wird sich nicht wundern, daß man so häufig jene vermeintlichen Hieroglyphen des Geistes falsch gedeutet, so viele einander widersprechende Beobachtungen gemacht hat. Nur die zahlreichsten Beobachtungen, die genauesten lange fortgesetzten Vergleichungen nicht dieser oder jener hervorragenden Individualitäten, sondern der verschiedensten jeder Art können annähernde Durchschnittswerthe für die Bedeutug dieser oder jener Körpertheile abgeben. Welche Geistesthätigkeiten wir von der Verknüpfung mit Hirnorganen auszuschließen haben, wird sich aus dem Bisherigen schon ergeben haben: es sind nämlich alle die, welche ihren Mittelpunkt im Gewissen haben, so wie das ganze Gebiet rein abstracter Vorstellungen, so weit sie bloß ihrem idealen Werth nach unter einander verbunden werden.

Solche selbstbewußte Werthbestimmung des Inhalts der Vorstellungen bedarf keines Anklingens in den leiblichen Organen, wohl aber die einzelnen Glieder, welche jenen Werthen untergeordnet werden, und nur dadurch zu selbstbewußte des Menschen werden, als diese Vorgänge des Geistes zugleich durch Vorgänge in jener zweiten Gruppe der Hirnorgane zum Eigenthum des ganzen Menschen nach Leib und Seele zugleich werden[1]). Diese zweite Gruppe bildet also Hülfsorgane des abstracten Denkens, wir können sie daher centrum auxiliare nennen.

---

[1]) Lotze Seele und Seelenleben. S. 231.

So kommen wir zum Schlusse zu dem System einer möglichen Organologie, dessen Skizze etwa folgende wäre.

Leitung des Anstoßes.	I. Sensorium commune	II. centrum auxiliare	III. motorium commune.
A. von Außen		(Phantasie und Gedächtniß unterstützend)	
Opticus.	Farbenunterscheidungssinn.	Phantasie. Sinn für räumliche Anordnung, für Darstellung so weit sie auf der Combination der einzelnen Theile beruht. Nachahmungsvermögen. Sachsinn. Personensinn. Ortssinn.	Geschick in der Technik.
Acusticus.	Musikalisches Gehör.	Tonsinn. Gedächtniß für Melodien. Reproduction von Harmonien. Gedächtniß für Klänge zur Unterstützung des Sprachen-Studiums.	Vortrag und Technik.
B. vom Geist aus			
in der Sphäre des Erkennens z. B.		Ueberblick der Verhältnisse. Schärfe in der Auffassung der Theile eines Urtheils oder Begriffs.	
in der Sphäre des Gefühls z. B.		Lebhaftigkeit der Phantasiebilder.	Takt.
in der Sphäre des Willens z. B.		Auffassung von Situationen, Feinheit des Gefühls bei dem vorgestellten Effect der Handlung.	Energie in der Ausführung der einzelnen Akte der Handlung.

Leicht wird Jeder, der Aeußerungen psychologischer Vorgänge zu zergliedern weiß, die Beispiele für die zweite Hälfte der Skizze vermehren können. Wir begnügen uns, den Weg angedeutet zu haben, können bei Mangel empirischen Materials kein neues System an der Stelle der alten, die wir unter den Händen uns zerfallen sehen, setzen, und müssen es späteren Zeiten überlassen, auf der angedeuteten Basis sichere Resultate der Beobachtung zu einem vollendeten Gebäude zusammenzutragen.

Dies aber ist uns geblieben, daß wir an die Möglichkeit einer Organologie in diesem Sinn nicht zweifeln können, daß der Entwicklung dieser Lehre eine richtige Ahnung zu Grunde gelegen hat, und daß die Verwerfung dieser Untersuchungen von einem zu vorschnellen Urtheil ausging, wenn auch freilich die Schwierigkeiten dieser Aufgabe durch die Fixirung der Ausgangspunkte für ihre Lösung nicht geringer geworden sind.

Ein wichtiges Resultat läßt sich aus unseren bisherigen Untersuchungen ziehen und dieses dient zugleich als Stütze für die Richtigkeit unserer Auffassung.

Ehe wir zur Beurtheilung der Kranioskopie übergingen, deuteten wir darauf hin, wie die Betrachtung eines Todtenschädels durchaus nicht jene Stimmungen in uns rege macht wie die Betrachtuug eines auch ganz unbewegten lebenden Kopfes; wir sehen, daß nur durch die Ueberzeugung vom Belebtsein desselben jenes Gefühl hervorgerufen werden könne, und gehen jetzt einen Schritt weiter, und behaupten, indem wir an die Erfahrung jedes beobachtenden Menschen uns wenden, daß auch beim lebenden Menschen niemals die Form des Schädels es ist, was Sympathien oder Antipathien in uns hervorriefe. Der Grund liegt in dem bisher erörterten Verhältniß des Geistes zum Körper und aus diesem Verhältniß ergiebt sich zugleich die Ursache des Entstehens solcher Sympathien.

Ist es nämlich möglich, daß ein Individuum das andere blos durch seine äußere Erscheinung, durch die Form seiner unbewegten oder unbeweglichen Theile anziehen kann, wobei wir uns die Ahnung, daß diesen Formen ein gewisser dem Anderen genehmer Inhalt entspräche, als geheimnißvolles Mittelglied denken könnten, so ist nicht einzusehen, warum die Form des Schädels dies nicht am ersten hervorzurufen im Stande ist, wenn in ihr sich die Höhe der Intelligenz, die Tiefe des Gemüths, die Energie des Willens aussprechen könnte. Und doch hören wir nur immer von einer schönen Stirne, von einem schönen Schädel sprechen, nie aber von einem angenehmen Gesicht, von einem angenehmen Schädel.

Erkennt man auf der anderen Seite ebenso deutlich, daß andere unbewegte Theile, wie z. B. die ruhenden Züge eines Gesichts, eine gewisse Haltung und dgl., nochmehr aber die Bewegung der Theile, wie das Mienenspiel und die Gesten, solche Sympathien erregen können, die letzteren aber noch mehr als die momentane Ruhe der beweglichen Theile, so werden wir zu dem Schluß geführt, daß auch die ruhenden Theile nicht um ihrer gerade beobachteten Form wegen, sondern dadurch jenes Gefühl erwecken konnten, daß wir aus dieser Form auf die Art und Weise, wie sie sich vorher bewegt haben mögen, oder nachher bewegen werden, schließen, so daß also nicht die beobachtete Form in ihrer Ruhe, sondern die vermuthete Art der Veränderung derselben durch die Bewegung das Bestimmende ist.

Halten wir also daran fest, daß eine gewisse Ahnung aus der Ruhe oder Bewegung körperlicher Organe auf deren geistigen Inhalt schließen lassen könne, der Schädel aber an sich nicht geeignet sei, gerade dasjenige des geistigen Wesens erkennen zu lassen, was Sympathie erregt, so wird eben dieses, was solches Gefühl erregt, in etwas anderem zu suchen sein, als in dem, was durch die von dem Schädel eingeschlossenen Organe geleistet werden kann. Wir sehen, daß diese niemals rein Ideales hervorzurufen im Stande sind, daß sie niemals weder ethische noch metaphysische Urtheile unbedingt hervorrufen, daß sie nie unbedingt die Gemüthsbewegung, unbedingt die Willensthätigkeit vermitteln können, daß also ihre Form niemals diese Grundwerthe des freien geistigen Wesens zu symbolisiren im Stande ist. Wohl aber äußern sich diese aus dem innersten Kern des geistigen Lebens hervorgegangenen Richtungen durch Wort, Miene und Geste, und da diese das maaßgebende für jene Gefühle der Sympathie und Antipathie sind, so werden wir berechtigt sein, anzunehmen, daß sich die Sympathien nie gerade auf jene rein psychischen freien Geistesthätigkeiten beziehen, die wir nicht aus den unbeweglichen, sondern aus den beobachteten oder aus der Ruhe erschlossenen Bewegungen der beweglichen Theile ahnen oder erfahrungsgemäß vermuthen.

Die richtige Deutung, welche sich auf bestimmte Schlußfolgerungen

stützt und nicht blos errathen oder geahnt wird, beruht auf dem Umfang der Erfahrung, welche der Beobachtende an sich selbst, und an vielen anderen Menschen gemacht hat, und hier beginnt jenes Gebiet subjectiver Beurtheilung, auf das wir in der Einleitung hingewiesen haben, welches auf die Deutung des Beobachteten so großen Einfluß ausübt.

Ehe wir jedoch weiter gehen, haben wir uns vor allem klar zu machen, in welcher Beziehung mögliche oder wirkliche Bewegungen des Körpers zu den geistigen Processen stehen, um zuerst festzustellen, wie viel des rein Psychischen durch solche physische wahrgenommene Veränderungen erschlossen werden kann.

Fig. 43.



Entwerfen wir uns eine schematische Figur, in welcher I die ganze Individualität eines Menschen, D den Geist, C die zu leitende Bahn äußerer Eindrücke mit allem, was zu ihr gehört und auf sie Einfluß haben kann, E die motorische Bahn mit allem, was auf sie modificirend einwirken kann, nebst den mechanischen Apparaten, welche durch sie in Bewegung gesetzt werden, bezeichnen. A stelle die Richtung des äußeren Anstoßes, B die Richtung des geistigen Anstoßes, die Wirkung nach außen vor. Die äußere Contour des hellen Ringes sei die Gränze des mechanischen Geschehens, die innere die Gränze rein geistiger Processe, der helle Ring selbst deute die Selbständigkeit beider Reihen, die punktirten Linien in ihm die Brücke an, welche Physisches und Psychisches in der oben auseinandergesetzten Weise verkettet.

Durch C' und E' soll darauf hingewiesen werden, wie die Richtung centripetaler und centrifugaler Bahnen bei den verschiedenen Individuen verschieden sein kann, und durch die Verschiedenheit der Richtung soll überhaupt ganz allgemein die verschiedene Art der mechanischen Processe je nach der Verschiedenheit des leiblichen Substrats markirt sein. Die Linien G und H sind die mit den physischen Bewegungen correspondirenden geistigen.

Die Betrachtung dieses Schemas giebt uns folgende Begriffsbestimmungen ihrer einzelnen Theile und deren Verhältnisse unter einander.

Die äußerste Gränze I umschließt eine Summe einzelner Theile und eine Reihe verschiedener Vorgänge, durch welche wir dieses Ganze von einem zweiten Ganzen unterscheiden können, dessen einzelne Theile und Reihen von Processen innerhalb derselben anders sind als im ersten. Dieses Ganze werden wir ein Individuum und in abstracto die Individualität, die Persönlichkeit[1]) eines Menschen nennen.

I also = Individualität. $= D + C + E.$

Die Bahnen C und E werden von der Wirkung des Stoffes auf Stoff bedingt also durch materielle Grundlage und die in ihr hervorgerufenen mechani-

[1]) Persönlichkeit nämlich dann erst, wenn D einen bestimmten individuellen Werth erlangt hat.

schen Processe. So weit die Wirkung von Stoff auf Stoff geht, so weit Massen gegen einander nach physikalischen Gesetzen bewegt werden, so weit geht die Gränze des Körpers, dessen Form bestimmt wird durch seine Materie und die dieser einwohnenden Kräfte. Der Körperbau eines Individuums ist aber der Habitus desselben.

$C + E$ (oder $C' + E'$) also = Habitus, Constitution.

Innerhalb des Geistes finden sich in unserem Bewußtsein zwei Reihen von Thätigkeiten, von denen die eine außer allem Zusammenhang mit leiblichen Processen steht, von welcher die Werthbestimmung alles Idealen abhängt, es ist dies der ethische Mittelpunkt: das Gewissen, das ästhetische Gefühl, der Charakter, kurz die rein psychische Eigenthümlichkeit (D), deren einzelne Momente zu beleuchten der Psychologie im engeren Sinne des Worts angehört. Die andere Reihe coincidirt mit physischen Processen zunächst in den Centralorganen und bildet mit dem Ende der einen Bahn C die Gefühlskreise, Gemüthsstimmung C auf der andern Bahn E die Bestimmung zu Handlungen H, welche jedoch beide unter dem Regulativ des freien Geistes (D) stehen. Wird die zweite Reihe durch die Curven G und H ausgedrückt, so hängt deren Form also von dem Einfluß der ersten Reihe in D wesentlich ab.

So haben wir eine Anzahl höchst variabler Größen, welche auf einander influiren können. Variabel ist nämlich C durch die mechanischen Processe.

Variabel ist D durch seine eigenen freien Bewegungen.

» ist G wegen der variabeln Größe von C und der von D.

» ist E wegen der mechanischen Processe, die auf dasselbe influiren.

» ist H wegen der variabeln Einwirkung von D, und der variabeln Größe von E, zweitens aber auch noch unter Umständen wegen der variabeln Größe von G.

» ist A wegen der verschiedenen Einflüsse, denen I ausgesetzt ist.

» ist B wegen sämmtlicher innerhalb I gelegenen variabeln Größen, welche auf die letzte Wirkung nach außen Einfluß haben.

Nun ist es klar, daß wir nur solche Zustände oder Vorgänge unter einander vergleichen können, welche innerhalb der gleichen Sphären liegen.

Gehen wir von den Curven C und E aus, so läßt sich zwischen diesen beiden kein einfaches Verhältniß aufstellen, weil dieses an jedem Punkt der Curven ein anderes sein würde, da uns ja diese Linien zwei große Reihen der verschiedensten mechanischen Vorgänge darstellen. Wir können daher nur deren Summe unter einen bestimmten allgemeinen Begriff bringen und diese Summe ist eben, wie wir oben sahen, der Habitus, die Constitution der körperlichen Anlage.

Heben wir aus der ganzen Summe von Punkten, welche die Curve bilden, zwei heraus, so werden wir je nach der Stelle, an der sie liegen, zwischen ihnen ein allgemeines Verhältniß aufstellen können. Wählen wir z. B. zwei unter einander verbundene Punkte aus der Mitte jeder Curve, etwa α und β, so haben wir $\alpha : \beta$ = körperlichem Reiz zu körperlicher Reaction. Dahin gehört die Entstehungsart der Reflexbewegungen u. s. w.

Die zwei centralen Endpunkte der Curven C und E lassen unter sich ein zweites Verhältniß zu, denn beides sind diejenigen Organe und Processe, an denen vermöge des präſtabilirten Gesetzes die Thätigkeit des Geistes an den mechanischen Processen Anknüpfungspunkte findet.

Daß also überhaupt Anknüpfungspunkte für den Geist da sind, ist durch diese Punkte bedingt, und wenn sich der Geist derselben bemächtigt, so entsteht dadurch eine Bewegung in ihm, welche mit den Processen der centralen Curvenpunkte eine Thätigkeit evolvirt, die durch die Curven *G* und *H* bezeichnet werden kann. Dadurch bildet sich also ein Verhältniß von *G* : *H*. d. h. ein Verhältniß zwischen Vorgängen, welche je aus harmonischen psychischen und physischen Bewegungen resultiren, und das zunächst blos abhängt von den alleräußersten Gränzen, von den wirklich letzten Punkten der Curven *C* und *E*. Daß also überhaupt dieser oder jener Anstoß von außen, diese oder jene geistige Bewegung als Consequenz habe, daß ein gewisser Impuls des Geistes diese oder jene Bewegung im Körper zur Folge habe, wird durch diese Endpunkte in ihm bestimmt. Das Wie hängt dagegen auf der einen Seite von der ganzen Curve *C* und dem jeweiligen Zustand des Geistes, auf der anderen von dem sich selbst bestimmenden Zustand von *D* und der ganzen Bahn *E* ab. Suchen wir nach einem Namen für dieses Verhältniß *G* : *H*, so finden wir keinen anderen als den des Naturells, der Artung.

Noch zwei Punkte der Curven *C* und *E*, nämlich die peripherischen, durch welche eine Wechselwirkung zwischen der ganzen Individualität und der Außenwelt eingeleitet wird, lassen sich unter einander in ein Verhältniß bringen, also *A* : *B*; oder in Worten: die ganze Art und Weise, wie ein Anstoß durch den Habitus und durch die letzten centralen Punkte seiner einen Bahn bei einem durch des Naturell bestimmten Zusammenfallen geistiger und leiblicher Processe auf den individuellen Geist wirkt, zu der Art und Weise, wie in Folge dessen der Geist durch die zweite Bahn (*E*) des Habitus bei einem gegebenen Naturell auf die Außenwelt in *B* wirkt. Dieses ist nichts anderes als:

das Temperament.

Die Lehre von den Temperamenten ist bekanntlich uralt, und es sind diese mit der Schärfe der Beobachtung, welche den Alten so eigen war, von ihnen, man kann sagen, unübertrefflich geschildert worden. Erst spätere theoretisirende Speculationen haben das klare Bild dieser Anschauung ihrer Aeußerungen getrübt und durch Farbentöne der buntesten Art, bald aus dem Charakter, bald aus dem Naturell, bald aus der Constitution genommen, verwaschen. Wir werden später sehen, wie die Annahme von vier Temperamenten eine ganz naturgemäße, ja gar keine andere sein kann, so lange man, zumal wie es die Alten vorzüglich gethan haben, die Wirkung des Temperaments auf die Außenwelt beobachtet und diese Wirkung nach der Verschiedenheit ihrer Aeußerung classificirt. Die Selbstbeobachtung, welche bald von dem Einfluß der jeweiligen Richtung der Speculation über das Wesen des Geistes befangen ward, und vorzüglich ihr Augenmerk auf den Einfluß des Temperaments bei Einwirkung äußerer Anstöße auf den Geist richtete, hat an diesem Punkt häufig Schiffbruch gelitten, ebenso wie die Amalgamirung des Geistigen und Leiblichen, die vorwaltende Beschäftigung mit dem Studium körperlicher Zustände, manche verführte, die Temperamente rein von der Constitution abhängig zu machen.

Ehe wir wieder zu unserem Schema zurückkehren, wollen wir die gewöhnlichen Beschreibungen der vier Temperamente geben und so kurz als möglich das in dieser Beziehung historisch Wichtige mittheilen.

Von jeher wurden die Temperamente auf das Verhältniß bezogen, welches zwischen den verschiedenen äußeren Eindrücken und der Art und Weise des Geistes, sich gegen dieselben zu verhalten, und in ihrer Folge nach außen

zu wirken besteht. Es sind nicht die momentanen Erregungen der Psyche und die darauf erfolgende plötzliche Reaction, wie in den Leidenschaften, sondern bleibende Dispositionen, so oder so gegen Außen sich zu verhalten, darunter verstanden worden. Die scharfe Unterscheidung der vier Temperamente, bei welchen man sich die Mitwirkung des Körpers und dessen mehr bleibende Mischung seiner Stoffe als das wesentlich Bedingende gedacht hat, ging von Galen aus, welcher die noch jetzt beibehaltene Eintheilung aufstellte. Sanguinisches, phlegmatisches, cholerisches und melancholisches Temperament, entsprechend den vier Elementarqualitäten aller Materie: dem calidum, frigidum, siccum und humidum, als Repräsentanten der Elemente des Makrokosmus: Feuer, Luft, Erde und Wasser, bilden die Verschiedenheit der Aufnahme äußerer Anstöße und der sie begleitenden Handlungsweise. Ihre Entstehung wurde später in der Blüthezeit der Astrologie mit von den Gestirnen abgeleitet, und als die Wichtigkeit des Blutes für die Mischung der organischen Materie mehr erkannt wurde, hat man das sanguinische Temperament vom Ueberschuß seines rothen Bestandtheils, das phlegmatische vom Uebermaaß an Blutwasser, das melancholische vom vorwiegenden schwarzen Theil desselben und cholerische vom gelben Farbestoff des Serum hergeleitet.

Als durch Hallers Entdeckungen die Humoralpathologie in Mißcredit kam, und das Augenmerk sich vorzüglich auf die Erscheinungen der Irritabilität richtete, bemächtigte sich diese Theorie der Erklärung ihrer Entstehung und fand das sanguinische Temperament bedingt durch größere Reizbarkeit und mäßige Stärke der Muskelfaser, das melancholische durch größere Reizbarkeit und Schwäche, das cholerische durch mehr gleichmäßige starke Reizbarkeit und Stärke, das phlegmatische durch geringe Reizbarkeit und mäßige Schwäche, wobei dem sanguinischen noch ein Ueberschuß rothen Farbestoffs, dem cholerischen flüchtige Alkalescenz des Blutes, dem phlegmatischen ein Plus wässriger Bestandtheile zugeschrieben wurde.

Später wurden andere Eintheilungen versucht, ihre Mischungen wieder als besondere Species betrachtet und endlich durch die Verwechslung der ursprünglichen Begriffe mit pathologischen Constitutionen dieser Gegenstand immer dunkler und das Object der Untersuchung durch das Einschleichen der verschiedensten Mißdeutungen einfacher Beobachtungen immer mehr jeder Analyse unzugänglich. So wurde der Phlegmatiker aufgedunsen, schwammig, blaß, kachektisch, der Sanguiniker phthisisch, der Choleriker biliös u. dgl. Je ausgesprochnere Krankheitsbilder man mit gewissen Temperamenten in Verbindung brachte, um so häufiger sah man sich bei der täglichen Beobachtung in seinen Erwartungen getäuscht, und je mehr man in der Constitution den Schlüssel zur Entdeckung des Temperaments suchte, um so weniger Anhaltspunkte für die Menschenkenntniß gewann man.

Es würde hier zu weit führen alle die verschiedenen Eintheilungen aufzuführen, die irrigen Ansichten von ihrem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Habitus oder Charakter zu widerlegen und im Einzelnen nachzuweisen, wie alle hierüber aufgestellten Theorien eine wahre Seite gehabt haben, aber ähnlich wie bei der Kranioskopie die fortwährenden Widersprüche der Erfahrung mit der Theorie aus der falschen Fragestellung hervorgegangen sind, indem man eine Menge von Begriffen nicht scharf von einander trennte und bald dieses, bald jenes das Temperament mitbestimmende Moment zum Eintheilungsprincip gewählt hat.

Aus den verschiedenen Beschreibungen wählen wir Dasjenige, was als dem Temperament zugehörig geschildert wird.

Der Phlegmatiker nimmt äußere Eindrücke ruhig hin, geräth nur in seltenen Fällen in heftige Gemüthsaufregung, seine Vorstellungen können sich rasch folgen, bleiben aber mehr in bestimmteren Kreisen, ohne schnell in andere überzuspringen, und ohne große Lebhaftigkeit; die Phantasie ist weniger geschäftig, die Leidenschaften seltener, aber wenn sie wirklich zu Stande kommen, können sie ebenso heftig sein Gemüth bewegen und anhaltender. Gleichgültigere Handlungen führt er mit einer gewissen Ruhe und Langsamkeit aus, wichtige bedächtig, aber keineswegs nothwendig ohne Energie.

Der Sanguiniker nimmt jeden äußern Eindruck mit Lebhaftigkeit auf, Dinge, welche andere ruhig und kalt lassen, erregen ihn heftig, seine Aufregung ist aber mehr momentan, vom Augenblick erzeugt und kaum länger dauernd als die Einwirkung. Seine Vorstellungen bewegen sich rasch in verschiedenen Kreisen und die Lebhaftigkeit seiner Phantasie hindert ihn an ruhiger, kalter Berechnung, am Durchführen vorgesetzter Pläne und Entschlüsse. Glück und Unglück erregt bald Lust- bald Unlustgefühle, die ebenso schnell als äußere Erfahrungen wechseln, doch sucht er die letzteren sich so fern als möglich zu halten. Seine Bewegungen sind rasch, momentan energisch, aber nicht anhaltend, eine gewisse Leichtigkeit und Anmuth im Benehmen, Offenheit und Gutmüthigkeit machen ihn zum angenehmen Gesellschafter, sein Wankelmuth aber nicht zum verläßigsten Freund.

Der Cholerische erfaßt Aeußeres mit gleicher Lebhaftigkeit wie der Sanguiniker, aber nicht Alles, sondern nur Einzelnes, was gewisse Richtungen seines Charakters hemmt oder unterstützt. Für ihn Unwichtiges regt ihn wenig oder nicht auf. Seine Vorstellungen bewegen sich rasch, auch in verschiedenen aber enger zusammengehörigen Ideenkreisen, seine Phantasie ist auch lebhaft, aber weniger selbstgeschäftig, wenn ich so sagen darf, als bei dem Sanguiniker. Seine Handlungen sind rasch, energisch, bestimmt, mit Energie andauernd bis zur Erreichung vorgesteckter Zwecke.

Der Melancholische wird weniger von Lust erregenden, mehr von Unlust erregenden Dingen afficirt, die Tiefe seiner Gefühle ist groß, der Gefühle, welche sich mehr im schmerzlichen Genuß von Vorstellungen unerreichbarer Ideale bewegen, als im erfrischenden Genuß von Vorstellungen erreichbarer berechneter Zwecke, welche dem Choleriker seine Spannkraft geben. Seine Handlungen sind von geringerer Energie, die jedoch länger andauert als bei dem Sanguiniker. Sein Benehmen ist weniger entschieden, weniger leicht, und er sucht die Aeußerungen seiner Stimmungen vor Anderen zurückzuhalten, um sie um so lebhafter in der Einsamkeit hervortreten zu lassen.

Jetzt kehren wir zu unserem Schema zurück, um die weitere Zergliederung des Begriffs sowohl, als der Ursachen des Temperaments vorzunehmen.

Verfolgen wir den äußeren Anstoß *A*, so gelangt er zuerst zur centripetal leitenden Bahn *C*. Diese selbst kann schon bei verschiedenen Individuen durch die Verschiedenheit der Ernährung, durch ihre Reizempfänglichkeit Einfluß auf die Art und Weise haben, mit der der Reiz fortgeleitet wird. Experimente an verschiedenen Individuen derselben Species können uns von dieser Verschiedenheit der peripherischen oder wenigstens spinalen Leitung deutliche Beweise liefern, wenn das Gehirn entfernt wurde. — Die Schärfe des Gesichts oder Gehörs, so weit sie von den rein-physikalischen Apparaten abhängt, kann bei den verschiedenen Menschen schon eine große

Verschiedenheit der weiteren Wirkung äußerer Einflüsse hervorrufen und von besonderem Werth für die Reproduction von Vorstellungen sein und zwar ebenso wohl dadurch, daß bei der letzteren ein Bild ebenso verwaschen oder unbestimmt gesehen wird, als bei dem wirklichen Blick auf dasselbe, als dadurch, daß dabei die Phantasie excessiv thätig ist und die Objecte anders sich vorstellt, als sie in Wahrheit sind. Schon dadurch kann also eine gewisse Mangelhaftigkeit oder Ueberfüllung der Phantasiebilder bedingt werden, und der Eindruck anders sich gestalten als bei größerer Vollkommenheit der physikalischen Apparate. Wie weit das Perceptionsvermögen feiner Farbennüancirungen, oder die Unterscheidung nahe gelegener Töne von den Apparaten, den peripherischen oder centralen Enden der Sinnesnerven, abhänge, dürfte schwer zu ermitteln sein; es zwingt aber keine Nothwendigkeit anzunehmen, daß diese Vermögen blos von den centralen Punkten abhängig gedacht werden. Es wäre also möglich, daß schon Verschiedenheiten in der Peripherie diese Perceptionen vollkommen oder unvollkommen zu Stande kommen lassen, von denen so viel abhängt, wie dieser oder jener Eindruck wirkt.

Diese Bahn *C* ist aber ein Theil der Constitution und es ist nicht zu leugnen, daß sie Einfluß auf das Temperament hat, indem sie gewisse Qualitäten der Erregung späteren Gefühlsvorstellungen entgegen bringt; aber weit entfernt, daß dadurch schon die endliche Qualität des wirklichen bewußten Gefühls gegeben sei, erfüllt sie nur eine Vorbedingung, die erst durch ihre Verbindung mit weiteren Bedingungen zu erwarten hat, ob sie wirklich zur Entwicklung eines bestimmten Temperaments etwas beitragen kann oder nicht. Die nächste Bedingung ist nämlich das Naturell, dessen eines Glied auf dieser Seite unseres Schemas durch die Curve *G* ausgedrückt ist. Wir müssen hier noch einmal auf den Begriff des Naturells kommen, um eine frühere Ungenauigkeit des Ausdruckes zu verbessern, welche wir oben nur seiner Kürze wegen gebrauchten, um der gegenwärtigen Untersuchung nicht vorzugreifen. Daß und wie sind nämlich keine Gegensätze an sich, denn es kann nichts irgendwie geschehen, ohne daß es eben geschieht, und was geschieht, muß auch irgendwie geschehen. Wir wählten diese Ausdrücke nur darum als Functionszeichen gewisser Vorgänge, um anzudeuten, daß kein Anstoß von außen irgend welche geistigen Processe erregen könne, wenn nicht jener Endpunkt von *C* so construirt ist, daß die in ihm hervorgerufenen Veränderungen wirklich präſtabilirte Effecte bilden, an denen die geistige Thätigkeit anknüpfen kann. Wie aber in jedem Augenblick dieser Endpunkt der Curve *C* die Bewegungen in *D* bestimmt hervorzutreten, hängt nicht von ihm allein ab, sondern eben mit von *C*, da der Endpunkt dieser Curve nicht ohne allen Zusammenhang mit sämmtlichen übrigen Punkten derselben steht, sondern eigentlich das Endresultat alles mechanischen Geschehens innerhalb der ganzen Curve darstellt, so daß also das Wie durch eine große Kette der verschiedensten Glieder des Mechanismus bedingt ist, und das Naturell nur die letzte Bedingung erfüllt, daß die geistigen Processe überhaupt am vorliegenden Mechanismus anheben können, einen seinen Veränderungen correspondirenden Ablauf zu nehmen. Im Naturell bekommt somit der Mechanismus erst seinen physischen Werth, der jedoch ebenso gut auch von der geistigen Thätigkeit mitbedingt wird. Es wird Niemand leugnen, daß je nach dem Wechsel seiner geistigen Zustände äußere Dinge ganz verschiedene Eindrücke auf ihn machen und zwar zu Zeiten, wo sicher nicht die Bahn *C*, noch die Beschaffenheit ihres Endpunktes eine andere geworden ist. Um noch eine Mißdeutung des Schemas fern zu halten und den Unterschied zwischen

Temperament und Naturell auf dieser Seite schärfer fassen zu können, heben wir hervor, daß die Curve C nicht diese oder jene bestimmte Bahn bezeichnet, auf der ein gewisser Anstoß dem Geist zugeführt wird, sondern ganz allgemein die centripetale Bahn. Ein einzelner äußerer Anstoß trifft aber nicht diese jedesmal ganz, sondern nur diesen oder jenen Zweig derselben. Der Endpunkt der ganzen Bahn bezeichnet uns nicht das Endresultat der mechanischen Vorgänge, welche durch einen bestimmten Anstoß unmittelbar hervorgerufen wird, sondern das Endresultat sämmtlicher physischen Processe auf dieser Seite überhaupt.

Bleiben wir nun noch bei der Auffassung eines sinnlichen Eindrucks stehen, so wird dieser zuerst in einem bestimmten Nerven eine Succession von Veränderungen auf seinem ganzen Verlauf zur Folge haben, an seinem centralen Ende wird aber die mechanische Folge eine viel complicirtere durch die gleichzeitige Einwirkung der verschiedensten anderen Ursachen, welche in anderen centralen Punkten angeregt gegen diejenigen wirken, die ihr Entstehen dem äußeren Anstoß verdankt. Das Endresultat ist also nicht proportional den Veränderungen, welche ein äußerer Anstoß in diesem oder jenem Nerven erregt hat, sondern proportional diesen Veränderungen und den Bewegungen innerhalb des ganzen Sensorium.

Von der Art der Bewegungen oder dem Zustand dieses Sensorium in einem gewissen Moment kann es abhängen, ob die perpherisch angeregte Veränderung eine Ursache abgiebt, welche stark genug ist, die Resultate aller centralen Processe bedeutend oder nur wenig abzuändern, ob also dieser äußere Eindruck von Bedeutung für den Ablauf geistiger Processe wird oder nicht. Sind wir in Nachdenken über irgend einen Gegenstand vertieft, für welchen ein Gehörseindruck zum Beispiel keine Bedeutung hat, so bleibt derselbe unbeachtet, während er nicht anders und nicht stärker zum Centralorgan geleitet eine mächtige Rückwirkung auf den Gang unserer Vorstellungen hat, wenn er mit ihnen in einer nahen Beziehung steht.

Dieses der Beobachtung zugänglichste Beispiel auf unsere Frage angewendet, dürfte andeuten, wie vermöge des Naturells durch gewisse psychisch-physische Zustände bestimmte äußere Einwirkungen als überhaupt werthvoll oder nicht hingenommen werden, daß aber, wenn sie durch das Naturell überhaupt werthvoll für uns sind, die Intensität oder selbst auch ihre Art abhängt von den in der Constitution gegebenen Apparaten. Das Werthbestimmende liegt aber jenseits der körperlichen Gränzen in dem Gebiet des rein Idealen und daraus ergiebt sich die Bedeutung dieses geistigen Elements für die bisher besprochenen Glieder des Naturells sowohl als des Temperamentes.

Die Werthbestimmung eines äußeren Anstoßes wird also gegeben durch den Geist, die Möglichkeit jener Einwirkung auf den letzteren durch das eine Verhältnißglied des Naturells, die Art und Weise nach Erfüllung dieser Bedingung durch das eine Verhältnißglied des Temperaments.

Lassen wir vorläufig das geistige Element unberücksichtigt und gehen zu dem zweiten Verhältnißglied des Temperaments zu B über, so finden wir dasselbe abhängig von D, H und E. E involvirt eine Menge der Beobachtung viel zugänglichere Veränderungen in den mechanischen Apparaten als C. Jene läßt bei den verschiedenen Individualitäten eine genauere Vergleichung zu als die andere Bahn, wo als Ausgangspunkt nur die Selbstbeobachtung und die vielfach modificirten Wirkungen in E als Hülfsmittel der Analyse benutzt werden können. Die instrumentelle Grundlage von E wird nämlich gebildet durch die Gliederung der Centralorgane und deren anderwärts her erzeugten

Zustände, durch die peripherischen Nervenapparate, endlich durch die Ernährungszustände der Muskeln und contractilen Gewebe überhaupt. An den sichtbaren Bewegungen also legen wir den Maaßstab der Beurtheilung des Eindrucks an, den ein äußerer Anstoß verursacht hat. Die Möglichkeit, daß ein äußerer Anstoß wirklich in eine Bewegung ausschlage, geht zuerst von dem Geist aus, der in Folge dieses Impulses eine Handlung tendiren kann, aber nicht muß. Daß er dies aber will, dazu wird er durch eine bestimmte Organisation der Centralorgane, die ihm als Anknüpfungspunkt seines Willens zu Gebot steht, schwerer oder leichter bestimmt werden, wie wir oben sahen; die Organisation dieser Angriffspunkte des Geistes bildet aber nicht eine unveränderliche Maschinerie, sondern ist selbst einem gewissen Kreis von Veränderungen unterworfen, so daß es dem Willen, sie nach jenen Zwecken in Bewegung zu setzen, einmal leichter, einmal schwerer werden kann. Das Erste wird sonach jedesmal sein, ob der Geist es der Mühe werth hält, überhaupt eine Bewegung einzuleiten; das Zweite ist, wie weit ihm die Organisation oder gewisse, anderwärts eingeleitete variable Zustände in ihr bei der Ausführung entgegen kommen, und das Dritte ist: wie weit die übrigen mechanischen Apparate im Stande sind, das Bezweckte und in erster Instanz Angeregte wirklich auszuführen. Also auch hier ist wieder die Möglichkeit eines Erfolges nach außen an die im Naturell begründete Bedingung geknüpft, während die Art und Weise desselben noch von weiteren Umständen abhängig ist, die ganz außerhalb des Bereiches des Geistes liegen, und an die Constitution geknüpft sind.

Das Verhältniß des äußeren Anstoßes zu der darauf erfolgenden Wirkung nach außen wird also realisirt durch eine große Menge von Zwischengliedern, und indem Habitus, Naturell und Geist daran Antheil nehmen, die endliche Form der Aeußerung zu bestimmen, so ist es nicht zu verwundern, wenn bald diese, bald jene Erscheinung auf der einen oder anderen Station, welche die Folge des äußeren Anstoßes zu durchlaufen hat, herausgehoben und als Bestimmungsmoment für das Temperament gewählt wurde.

In allem Bisherigen haben wir die Kette von Wirkungen und Rückwirkungen äußerer Impulse in dem letzten Gliede, nämlich dem Geist, sich schließen lassen, und man könnte versucht sein, zu glauben: Naturell und Temperament wären nur verschiedene Aeußerungsformen jener geistigen Thätigkeiten, fänden wir nicht häufig bei gleichen Charakteren verschiedene Temperamente, bei gleichen Temperamenten ein verschiedenes Naturell, bei gleichem Naturell verschiedene Temperamente oder Charaktere. —

Alle drei beruhen auf dem Verhältniß der Wirkung der Außenwelt zur Rückwirkung auf sie; so weit sind sie unter einander vergleichbar. Ihre Verschiedenheit wird aber durch die ethischen Momente bedingt, welche im Charakter allein wirkend, im Temperament nur zufällig, in dem Naturell mittelbar maaßgebend sind, wie wir ja auch bei der Beurtheilung einer Individualität vom moralischen Standpunkt aus das geringste Gewicht auf das Temperament, mehr auf das Naturell, das meiste auf den Charakter legen. Es ist dies auch natürlich; denn auch die ungünstigste Organisation hat auf den eigentlichen Werth der idealen Processe nicht den mindesten Einfluß, dagegen auf die Klarheit der einzelnen Theile eines idealen Inhaltes. Wenn wir auch gleich gesehen haben, daß der Geist äußere Einflüsse durch die Veränderung seines Zustandes zu limitiren und auf die äußersten physischen Anknüpfungspunkte jene Thätigkeit zu influiren vermag, so wird doch die Organisation hier schon mittelbar eingreifen können. Da aber endlich im Tem-

perament noch die ganze Anordnung aller übrigen Systeme mit einbegriffen ist, auf welche der Geist nur viel langsamer und unmittelbarer zu wirken im Stande ist, so sinkt die Zurechnungsfähigkeit bei den Handlungen, so weit sie durch das Temperament formell ausgeführt werden, in dem Maaß, als hier am meisten mechanische Verhältnisse in's Spiel kommen.

Die nächste Frage ist die: ist das Temperament ein für allemal gegeben oder ist es während des Ablaufs des Lebens variabel?

Von vorneherein wird man das Letztere anzunehmen geneigt sein, da ja alle die einzelnen Glieder, welche es bestimmen, manchfachen Veränderungen unterworfen sind; gleichwol aber sehen wir oft dasselbe Temperament ein ganzes Leben lang sich gleichbleiben. Es giebt ferner phlegmatische Kinder und sanguinische Greise und in dem mittleren Lebensalter ebenso gut melancholische oder cholerische Individuen, so daß man nicht berechtigt scheint zu sagen: diesem bestimmten Alter gehöre dieses bestimmte Temperament an. Diese scheinbaren Widersprüche lösen sich aber, wenn man bedenkt, daß man bald die Temperamente verschiedener Individuen auf den gleichen Altersstufen, bald die verschiedenen Individuen, welche auf verschiedenen Altersstufen stehen, unter einander vergleicht; das sanguinische Temperament eines Greises ist ein ganz anderes, als das sanguinische eines Kindes oder Jünglings; bei den letzteren würde man dasselbe vielleicht phlegmatisch nennen. Vergleicht man die Temperamente verschiedener Altersstufen unter einander, so wird man zugeben müssen, daß im Kindesalter das sanguinische, im späteren Jünglingsalter das cholerische, im späteren Mannesalter das melancholische, im höhern Greisenalter das phlegmatische vorherrscht; doch liegt hauptsächlich bei den beiden letzteren die Gefahr sehr nahe, gewisse pathologische Erscheinungen mit ihnen zu verwechseln, welche aus krankhaften Veränderungen der Constitution hervorgehen. So wie man gewöhnlich die Temperamente auffaßt, dürfte jener Erfahrungssatz richtig erscheinen, um ihn jedoch genauer würdigen zu können, müssen wir jetzt auf die Entwickelung des Temperaments und sein Verhalten zu dem Naturell und dem freien Geist während des Umlaufs des Lebens näher eingehen.

Vom psychologischen Gesichtspunkt aus betrachtet, zerfallen die Temperamente in zwei Gruppen. Die erste Gruppe ist diejenige, bei welcher der Geist sich von äußeren Einflüssen nicht bestimmen läßt, die andere die, bei welcher er sich von ihnen bestimmen läßt. Zu jener gehört das phlegmatische und cholerische, zu dieser das sanguinische und melancholische.

Wir sprechen hier nicht von dem Phlegmatiker als einem apathischen, stumpfsinnigen Menschen, sondern wie ihn J. Müller, und nicht von dem Melancholiker als einem trübsinnigen Hypochonder, sondern wie ihn G—e*) geschildert hat. Der Phlegmatiker hält sich die äußeren Eindrücke ferner, läßt sich nicht unmittelbar von ihnen bestimmen, während der Choleriker dieselben aufnimmt, aber auf die Außenwelt so wirkt, wie er will, nicht wie ihn die Umstände zwingen wollen. Bei beiden findet sich ein gewisses Behaupten eines bestimmten geistigen Zustandes, welcher durch edle oder unedle Motive hervorgerufen sein kann. Bei beiden eine gewisse Charakterstärke, die aber, je nachdem sie durch andere im Naturell und der Constitution gelegene Bedingungen so oder so unterstützt wird, diese oder jene Form des Temperaments gewinnen wird. Bei dem Phlegmatiker ist es in der Constitution viel-

*) Encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften von Busch, Dieffenbach rc. Bd. XXXIII. S. 370.

leicht eine geringere Erregbarkeit der zu leitenden Nerven, eine durch das Naturell bedingte gleichmäßigere Stimmung des Geistes, in den organischen Processen überhaupt ein langsamerer Stoffwechsel, welche eingeleitete, mechanische Veränderungen erst in längerer Zeit auszugleichen im Stande sind. Es kann dieses Temperament eine gewisse Größe des Geistes unterstützen und einem Charakter von wesentlichem Vortheil sein, wo es darauf ankommt, auch nach außen nicht rasch, sondern bedächtig und beharrlich zu wirken, nicht momentan energisch, sondern consequent zu handeln. In diesen Fällen wird das Temperament in seiner Aeußerung das Gepräge einer geistigen Ruhe und Festigkeit des Charakters tragen, die allerdings da sein kann, allein nicht mehr als Aeußerung des Temperaments, sondern eben des Charakters angesehen wird. Daß ein solcher Mensch phlegmatisch ist, wird man daher nie aus dieser oder jener Handlung in einer gewissen einzelnen Situation schließen dürfen, in welcher eine solche Handlungsweise am Platz ist, sondern aus einer Menge von Handlungen in Situationen der verschiedensten Art, welche Andere vielleicht bestimmen, rasch und energisch einzuschreiten, oder wo es gleichgültig ist. Wo die Handlungsweise nicht als Folge eines bestimmten Charakterzuges angesehen werden kann, ist es allein möglich, einen richtigen Schluß auf sein Temperament zu machen. Nicht die Bedächtigkeit, das kluge Zaudern in wichtigen Lagen des Lebens, sondern die gleibleibende Ruhe, das Verharren in gewissen geistigen Zuständen, trotz der größten Verschiedenheit äußerer Einflüsse, läßt das Phlegma erkennen. Die organische Ursache liegt hauptsächlich auf der Seite *C* unseres Schema, und wenn der Charakter so entwickelt ist, daß er bestimmte vorgesteckte Ziele erreichen will, so wird er die organischen Hindernisse, die auf der anderen Seite *E* gleichzeitig gelegen sein können, überwinden lernen und dadurch nach und nach eine solche Mischung des Temperaments hervorrufen, durch welche er die Außenwelt sich vollkommen unterzuordnen vermag, indem er auf der einen Seite von den äußeren Einflüssen weniger berührt und bestimmt wird, auf der anderen aber energisch und anhaltend gegen dieselben zu wirken im Stande ist. Es ist dies aber eine seltene Mischung der Temperamente und giebt eigentlich mehr das Bild eines vollendeten Charakters. Die Mischung bestände nämlich aus phlegmatischem und cholerischem Temperament, die nicht undenkbar ist, wie wir sogleich sehen werden.

Der Choleriker nämlich nimmt die äußeren Eindrücke leicht und lebhaft auf, allein die Lebhaftigkeit ist nicht immer proportional der Intensität des ersteren und der Leitungsfähigkeit der Nerven, sondern nur dann und möglicher Weise größer, als jene Bedingungen voraussetzen lassen, wenn diese in einem bestimmten Verhältniß zu gewissen willkührlich festgehaltenen Zuständen des Geistes stehen. Was ihn zu Handlungen bestimmt, ist nicht die Intensität des äußeren Anstoßes, sondern der Werth, den derselbe für irgend welche, durch den Charakter bestimmte Pläne gewinnt, an denen festgehalten wird, und bei deren Ausführung, wenn es auf rasche Entwicklung von Kraft und Nachdruck ankommt, ihm die Organisation der die Curve *E* bestimmenden mechanischen Processe zu Hülfe kommt. Diese Curve ist demnach das eigentlich Bestimmende für dieses Temperament, dessen organische Grundlage in einer leichteren Erregbarkeit der Nerven, in einem kräftigen Muskelbau, in einer gleichmäßigen Ernährung gegeben sein kann. Wie beim Phlegmatiker, so auch hier: nicht aus der entschieden energischen Handlungsweise in einem entscheidenden Augenblick wird man das cholerische Temperament erkennen (die man vielmehr auf Rechnung der Entschlossenheit und Bestimmtheit eines kräftigen Charakters bringen wird), sondern aus der Art und Weise, wie sich ein

Mensch in gewöhnlicheren Lagen des Lebens benimmt, oder wo es gerade an der Zeit wäre, langsam und bedächtig zu handeln; also auch wieder aus größeren Reihen von Handlungen in den verschiedensten Situationen ist erst das Temperament erkennbar. Die organische Ursache liegt hier hauptsächlich auf der Seite *E*, wie sie beim Phlegmatiker hauptsächlich in *C* gelegen ist. Nun ist es nicht undenkbar, daß auf beiden Seiten vielleicht Unterschiede in der feineren Gliederung der Nervenapparate obwalten, welche sich nicht durch die gleichartige Ernährung aller Gewebe ausgleichen lassen, wie ja auch vollkommenes Phlegma bei hageren ebenso gut wie bei athletisch gebauten Menschen vorkommt. Dadurch wäre es schon, so weit das Temperament von Körperlichem abhängt, selbst möglich, daß eine Mischung jener beiden, des Phlegmatischen und Cholerischen vorkommen könnte; nur wird der Nachweis außerordentlich schwierig sein, daß die Aeußerungen einer solchen Mischung wirklich vom Temperament, also auch mit vom Körper bedingt sind, und nicht blos Handlungen eines die organischen Hindernisse überwindenden Charakters bezeichnen. Denn daß es dem Geist möglich ist, bestimmend, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, auf die Thätigkeit der Centralorgane und von dort aus mittelbar auf den ganzen Körper zu wirken, haben wir früher gesehen. Wo dieses häufig der Fall ist, da wird es dem Geist gewiß auch nach und nach möglich, bleibende Veränderungen in dem organischen Substrat einzuleiten, und dadurch das Temperament wirklich zu ändern, so daß das, was früher vom Willen dem Organismus abgetrotzt werden mußte, endlich mit der größten Leichtigkeit von den organischen Gebilden ausgeführt wird.

Die zweite Gruppe, das sanguinische und melancholische Temperament, liegt, wenn es ganz rein und unvermischt gefunden werden könnte, in unserem Schema eine Stufe tiefer, indem sich nämlich die das Temperament bildenden Glieder weniger im freien Geist als schon im Naturell schließen. Das beiden gemeinsam Eigenthümliche ist nämlich, daß bei ihnen der Geist sich von der Außenwelt viel unmittelbarer bestimmen läßt; die Art jedoch, wie das geschieht, ist bei beiden verschieden. Bei dem Sanguiniker ist eine durch das Naturell bestimmte Grundstimmung der Lust des geistigen und körperlichen Wohlbefindens, bei dem Melancholiker dagegen eine durch das Naturell gegebene Grundstimmung der Unlust, des Mißbehagens vorwaltend. Die Gefühlskreise sind hier das zunächst Werthbestimmende für die äußeren Einflüsse, wie für die andere Gruppe gewisse Grundsätze des Charakters. Da wir aber sehen, daß das Naturell keineswegs unabhängig vom freien Geist ist, so wird es auch leicht sein, einzusehen, wie der eigentliche Inhalt dieser Gefühlskreise, ihr ethischer Werth bei den verschiedenen Individuen ganz verschieden sein kann, so daß beim Melancholiker nicht das Mißbehagen an allem, was ihn berührt, nicht der sinnliche Schmerz, Lebensüberdruß rc. es nothwendig ist, was seine Gefühlskreise erfüllt, sondern ebenso gut ein edleres Schmerzgefühl über die Unerreichbarkeit gewisser Ideale, welche sein Geist sich gebildet hat. Ebenso ist es keineswegs beim Sanguiniker die sinnliche Lust, welcher er sich hingiebt, sondern auch bei ihm kann dieses Gefühl der Freude und des Wohlbehagens Gegenstände höherer idealer Natur umschließen. Beide aber werden in ihrem Verhältniß nach außen oft Fehlschritte thun, welche ihnen selbst oder anderen zum Nachtheil gereichen; denn bei beiden ist die Welt ihrer Gefühle die zunächst bestimmende, und die Lebhaftigkeit ihrer Phantasie läßt sie diese mit der wahren Außenwelt verwechseln.

Die eine Seite (*C* in unserem Schema) kann bei beiden dieselbe sein, da ihr Einfluß nicht die Qualität der Stimmung direct vermitteln kann, son-

dern nur die Intensität und Ausbreitung der organischen Processe, an denen der Geist mit seiner Stimmung anknüpft. Bei beiden ist durch die organische Grundlage eine größere Reizempfänglichkeit begünstigt; auf der anderen Seite (*E*) aber ist eine Verschiedenheit entweder gleich von Anfang an oder im Laufe der geistigen Entwicklung eingetreten, so zwar, daß beim Sanguiniker ebenfalls eine größere Beweglichkeit, ein schnellerer Wechsel der Erregung begünstigt ist, während beim Melancholiker, der überhaupt weniger nach außen merken will, der ursprüngliche Anstoß im Geist gleichsam absorbirt wird und durch die Vernachlässigung der Uebung motorischer Apparate eine gewisse Ungelenkigkeit und Starrheit entstehen kann, wenn sie selbst nicht von Anfang an durch die erste Anlage bedingt wäre.

Auf jener Seite hindert die organische Grundlage nicht den Melancholiker hie und da sanguinisch, noch häufiger den Sanguiniker melancholisch werden zu lassen, was man so häufig beobachtet. Das Letztere ist durch die Art der größeren Summe äußerer Einflüsse erleichtert, welche in dem Leben der meisten Menschen öfter so beschaffen sind, daß sich ihnen keine Seite abgewinnen läßt, durch welche das Lustgefühl befriedigt wird, während sie umgekehrt das Gefühl der Unlust nur zu häufig nähren.

Diese Abhängigkeit von äußeren Einflüssen bei beiden Temperamenten erschwert die Entwicklung eines bestimmten Charakters, oder sie ist selbst unmittelbare Folge seiner Schwäche, denn ein fester Charakter wird eben durch die Energie seines Willens diejenigen Stimmungen zu unterdrücken vermögen, welche seinen Aeußerungen hindernd im Wege stehen. Ohne hier auf eine vollständige Zergliederung dessen eingehen zu können, was wir unter Charakter zu verstehen haben, bezeichnen wir damit nur ganz allgemein alle jene freien, um bestimmte ideale Mittelpunkte sich drehenden Bewegungen des Geistes (*D*), welche den letzten Werth äußerer Einflüsse und die Entschlüsse zu Handlungen bestimmen.

Dieser Mittelpunkt aller idealen Bewegungen ist unbedingt bei jedem menschlichen Geist derselbe, allein die Bedeutung sie begleitender körperlicher Vorgänge ist Sache der Erfahrung, durch welche das Selbstbewußtsein erst nach und nach zu seiner vollkommenen Entwicklung gelangt. In den früheren Zeiten dieser Entwicklung sind alle äußeren Einflüsse mehr gleichbedeutend für das Individuum, je nach den schwankenden Stimmungen, nach dem gerade obwaltenden Zustand des Geistes, der gleichsam noch rathlos mitten unter den von außen eindringenden Anstößen steht. Von ihm werden diese durch Reactionen beantwortet, die der Organismus zunächst an die Hand giebt. Der Eindruck auf den Geist ist noch proportional der durch die Organe bedingten Intensität der Wirkung eines äußeren Anstoßes, und die Reaction ist die Erregungsfähigkeit der motorischen Seite und der Größe des äußeren Impulses entsprechend, ohne daß dieser wesentlich durch die Thätigkeit des Geistes modificirt würde, indem dieser einen mehr passiven Zuschauer der Veränderungen abgiebt, welche die Außenwelt in seinem Organismus hervorruft. Aus diesem Grunde wird das Temperament sich zuerst bei einem Kinde aussprechen und entweder sanguinisch oder phlegmatisch sein, das Letztere jedoch mehr in pathologischen Zuständen und mit dem Charakter der Apathie, den man häufig mit diesem Temperament zu verwechseln pflegt. Bei gesunden Kindern, bei denen die Erregbarkeit der Nerven an sich schon durch den noch rascheren Stoffwechsel natürlich ist, bei denen jeder später gewöhnte Impuls von außen durch seine Neuheit schon eine gewisse Stärke bekommt, wird der raschere Wechsel intensiver Erregung mit lebhafter, wechselnder Reac-

tion das Normale sein. Das melancholische und cholerische Temperament wird erst mit weiterer Entwicklung des Geistes bei einer fortgeschrittenen Würdigung der Stellung des Individuums zur Außenwelt hervortreten. Jenes kann schon auftreten, sobald das Naturell sich gebildet hat, dieses dagegen gewiß erst nach Entwicklung des Charakters.

Die Entwicklung des Naturells setzt schon eine gewisse Richtung des Geistes voraus, verbunden mit einem gewissen Mittelwerth größerer Reihen sich wiederholender Anstöße von außen; diese Richtung ist aber nicht bedingt von einem klaren Bewußtsein, welches ihn in dieselbe bringt, sondern von dem mehr bewußtlosen Zusammenfallen gewisser geistiger und körperlicher Processe, welche dem prästabilirten Gesetz zu Folge harmoniren. Wenn das melancholische Temperament trotz der Entwickelung des Naturells vor der des Charakters meist erst später auftritt, so liegt dies mehr in der Art der äußeren Impulse, welche, je verwickelter die Stellung des Individuums zur Außenwelt wird, um so häufiger Unlust erregend wirken können, wenn der Charakter sie nicht zu beherrschen weiß, während in der Jugend die Quelle Lust erregender Einflüsse reichlicher fließt, die gleichzeitig dem Gefühle der Kraft und der Energie ihr Entstehen verdankt, welches sich an die Ausführung der Handlungen knüpft, denen leicht bewegliche Organe zu Hülfe kommen. Das Normaltemperament der reifen Jugend und des Mannesalters ist das Cholerische; denn hier ist der die Außenwelt bestimmende Charakter entwickelt, und die Organisation macht ein kräftiges Wirken möglich. Der Stoffwechsel ist noch rasch, die Ernährung der Massen noch gleichmäßig, während im herannahenden Greisenalter eine größere Unbeweglichkeit derselben durch die langsamere Metamorphose der organischen Gebilde das phlegmatische Temperament dieser Altersstufe bedingen kann. Dies Alles gilt aber nur von den Durchschnittszahlen größerer Mengen von Beispielen, wie sie die verschiedenen Altersstufen liefern. Die freie Beweglichkeit des Geistes, welche bei allen Temperamenten mit eingreift, macht es möglich, daß trotz des Wechsels der organischen Grundlage während des Lebens das Temperament dasselbe bleiben kann.

Nur so viel ist gewiß, daß wenn die Individualität des Geistes dieselbe bleibt, aus einem Sanguiniker im Alter kein Choleriker, und aus einem Choleriker im Alter kein Sanguiniker werden wird.

Noch haben wir von dem Vorherrschen dieser oder jener Temperamente bei den verschiedenen Geschlechtern zu reden. In der organischen Grundlage zeigt sich folgender Unterschied: das Weib besitzt eine größere Reizbarkeit der Nerven, und ist einer geringeren Kraftentwicklung fähig. Das letztere schließt ein Vermögen des cholerischen Temperaments aus, das erstere ist weniger günstig für die Entwicklung des Phlegmas. Nun giebt es aber gewiß ebenso viel phlegmatische als sanguinische Frauen, dagegen ist das cholerische Temperament bei ihnen in der That seltener. Es hängt dies nothwendig mit dem Charakter und dessen Antheil am Temperament zusammen. Wir sehen, daß bei der ersten Gruppe der Temperamente der Geist sich nicht von der Außenwelt bestimmen läßt, daß er ihre Einflüsse zurückweist, indem er sie entweder nicht proportional ihrer Intensität auf sich wirken läßt, oder sie durch entsprechende kräftige Reaction neutralisirt. Das Letztere vermag das Weib weniger wegen seiner Organisation, das Erstere kann es bei einer gewissen Stärke des Geistes, und da die erstere auf der motorischen Seite ebenfalls durch den Geist in Folge seltener Erregung an Reizbarkeit verliert, so ist die Möglichkeit gegeben, trotz der ursprünglichen Organisation ein Temperament zur Entwicklung zu bringen, das bei einer anderen Individualität des

Geistes ein ganz anderes geworden wäre; nämlich je nach der Art des Naturells sanguinisch oder melancholisch; das erstere hauptsächlich begünstigt durch die Organisation, das zweite durch die eine Bahn C und ein gewisses Naturell, in Folge dessen die äußeren Einflüsse, ohne weitere Wirkungen nach außen hervorzurufen, von einer gewissen Stimmung des Geistes absorbirt werden.

Die Temperamente sind nicht bestimmte Größen, welche mit irgend einer realen oder idealen Einheit gemessen werden könnten, sondern ihre Aeußerungen werden mit der Beobachtung an größeren Reihen verschiedenalteriger Individuen in Relation gebracht, wobei die Erfahrung gezeigt hat, daß eben gerade in diesem oder jenem Alter dieses oder jenes Temperament vorherrscht. Wo nun in dem einzelnen Fall dieser durch die Erfahrung gewonnenen Voraussetzung entgegen ein anderes als das erwartete Temperament auftritt, wird man z. B. eine nicht an sich sehr große Beweglichkeit, sondern nur in Beziehung auf die Voraussetzung größere Lebhaftigkeit etwa eines Greises als Aeußerung des sanguinischen Temperaments ansehen, während man die gleiche Aeußerungsform bei einem jüngeren Individuum, bei welchem man eine größere Lebhaftigkeit voraussetzt, phlegmatisch nennen wird.

Bei diesem relativen Verhältniß der Beurtheilung der Temperamente zu gewissen Voraussetzungen, zu dem variirenden Maaßstab, den man in verschiedenen Fällen anlegt, läßt es sich erklären, wie es den Anschein gewinnen kann, als bliebe das Temperament durch alle Stadien des Lebens das gleiche, während es doch in der That sich verändert und nur auf den verschiedenen Altersstufen mit verschiedenen Voraussetzungen beurtheilt wird.

Daß ein Temperament durch alle Altersstufen hindurch bei Einem Individuum in der Mehrzahl der Fälle (jedoch keineswegs immer) das gleiche bleibt, und unter welchen Verhältnissen es sich bei ihm nothwendig ändern muß, dürfte sich aus Folgendem ergeben.

Wir haben oben gesehen, wie der Geist, wenn wir nicht annehmen wollen, daß er gleich von Anfang an mit einer bestimmten Individualität im Organismus auftritt, nach und nach dadurch schon eine gewisse Individualität erlangt, daß er mit seinen Bewegungen und Zuständen sich denen des Körpers, sowie sie in dessen individueller Beschaffenheit vorliegen, accommodirt. Auf dieser Accommodation beruht das Naturell. Was das Naturell körperlicher Seits bestimmt, ist die individuelle Anordnung der organischen Apparate, so weit sie innerhalb des Centralorgans, um mich bildlich auszudrücken, zu so oder so gestellten Berührungsflächen mit den geistigen Vorgängen sich combiniren. Diese Form der Berührung ist bei gleichmäßiger normaler Fortentwicklung relativ immer dieselbe, nur ihr Inhalt wechselt in Beziehung auf seine Bedeutung für den individuellen Geist. Dieser selbst aber verdankt wenigstens mit seine Individualität jenen letzten Resultaten der organischen Processe, wird also auch bei deren Veränderungen sich entsprechend mitverändert, und dadurch das Naturell relativ (d. h. das Verhältniß von G und H) unverändert lassen, und zwar um so mehr, je weniger dasselbe mit denjenigen vollkommen freien Bewegungen des Geistes in Conflict geräth, welche den idealen Werth alles dessen bestimmen, was der Mensch von außen aufnimmt, oder von innen her äußern kann. Die Endpunkte der Curven C und E, welche den körperlichen Antheil des Naturells bedingen, sind hervorgegangen aus der Aufeinanderwirkung sämmtlicher Processe im Organismus, welche andere werden müssen, wenn ihr letztes Resultat ein anderes werden soll. So verändern sich also alle das Temperament bedingenden

Größen im Laufe normaler Entwicklung relativ gleich, und dadurch bleibt auch ihr Resultat, nämlich eben das Temperament, auf allen Entwicklungsstufen relativ dasselbe. Das Temperament muß sich aber absolut ändern, so wie die Richtung des freien Geistes eine andere wird, selbst wenn alle anderen in dem Habitus gegebenen Bedingungen dieselben bleiben, jedoch wird der Uebergang von diesem in jenes Temperament leichter möglich sein als in ein anderes.

Gehen wir von den zwei Möglichkeiten aus: 1) der freie Geist läßt sich von der Außenwelt bestimmen, 2) er läßt sich nicht von ihr bestimmen, so ist es ihm völlig anheim gegeben, welches von beiden er will. Die Organisation zwingt ihn auf keine Weise, doch wird sie das Letztere mehr erschweren als das Erstere. Aendert sich z. B. die geistige Richtung des Cholerikers so, daß er sich von der Außenwelt bestimmen läßt, so wird die Art, wie dies geschieht, vermöge der Organisation, welche bleibt, während nur die geistige Richtung sich verändert hat, eine solche (auf der Seite *C*) sein, daß die Anstöße mit einer gewissen Energie und Tiefe einwirken; aber ebenfalls wie früher sind ihm die verschiedenen Anstöße nicht alle von gleicher Bedeutung, sondern nur die, welche für die neue Richtung seines Geistes Werth haben. Was ihm früher Zwecke für's Leben waren, deren Ausführung er durch Wirken nach Außen erstrebt hatte, werden ihm jetzt Ideale sein, die ihm unerreichbar erscheinen müssen, sobald er selbst die Bestimmung der Außenwelt aufgiebt, welche ihn als Choleriker charakterisirten. Mit diesem Bewußtsein des unerreichbar Idealen verbindet sich ein Unlustgefühl, wie wir es oben bei dem Melancholiker gefunden haben. Ebenso wird der Phlegmatiker bei gleichbleibender Organisation, aber anderer Geistesrichtung, leichter ein Melancholiker als ein Sanguiniker.

Der Melancholiker wird bei veränderter Richtung des Geistes leichter ein Phlegmatiker, der Sanguiniker leichter ein Choleriker. Denn bei jenem ist in beiden Fällen eine geringere Beweglichkeit, eine geringere Ausbildung der motorischen Centra, bei diesem dagegen ebenfalls wieder in beiden Fällen eine größere Gelenkigkeit, und wenn (in *E*) durch die Kraft des Geistes nur die Leichtigkeit der Bewegung zugleich Energie bekommt, so ist damit auf dieser Seite das zweite Verhältnißglied des cholerischen Temperaments hergestellt. —

Was endlich die Mischung der Temperamente anbetrifft, so hat man hier am meisten Charakter- und Temperamentsäußerungen mit einander verwechselt.

Um Temperamente zu beobachten, darf man nie Augenblicke wählen, in welchen man voraussetzen kann, daß ein Mensch sich beobachtet weiß, und daß ihm an dem was er thut etwas gelegen ist; sondern wie bei der Beobachtung des Mienenspiels, von dem aus wir auf den Charakter schließen, sind jene Augenblicke der Beobachtung am günstigsten, welche am wenigsten bemerkt und am meisten gleichgültig für das beobachtete Individuum erscheinen. Wenn ein sonst phlegmatischer Mensch in einem entscheidenden Augenblick einmal energisch handelt, so ist dies nicht Aeußerung einer Mischung von Phlegmatischem und Cholerischem, sondern der Phlegmatiker hat eben einmal sein Phlegma durch die Kraft des Geistes überwunden. Wenn der Cholerische sich einen Augenblick von einem Eindruck hinreißen läßt, und ohne in seiner sonstigen Weise auf die Außenwelt zurückzuwirken, mit dem Gefühl des Schmerzes, der Unlust dem äußeren Eindruck sich hingiebt, so ist dies kein Beweis einer Mischung von cholerischen und melancholischen

Temperament, sondern ein Beweis, daß die Kraft seines Geistes eben einen Moment nachgelassen hat; deswegen kann er nachher wie vorher Choleriker sein.

Temperamente sind ja überhaupt nicht Bezeichnungen einzelner Größen, sondern Mittelwerthe größerer Beobachtungsreihen an ein und demselben Individuum, und nur deswegen können wir aus einer einzelnen gleichgültigen Handlung etwas sicherer als sonst auf das Temperament schließen, weil dabei der Geist keinen Werth auf die Art oder die Aeußerung überhaupt legt, und diese daher ebenso erfolgen wird, wie sie Naturell und Organisation am leichtesten und gewöhnlichsten ausführt. Gleicher Habitus und gleiches Naturell geben aber bei gleicher Richtung des Geistes bei verschiedenen Individuen das gleiche Temperament. Die Richtung des Geistes ist aber in Beziehung auf gleichgültige Aeßerungen ebenfalls gleichgültig, in allen Individuen daher so gut als gleich, und aus diesem Grund kann man in diesem Fall aus der Art der Aeußerung, und aus dieser selbst auf das Temperament richtig zurückschließen.

Bei einem und demselben äußeren Anstoß kann das Eine Verhältnißglied des Temperament niemals gemischt zugleich sein, denn erstens kann der Geist nicht in demselben Moment zugleich einen Eindruck aufnehmen und zurückweisen, zweitens kann er nicht zugleich Lust und Unlust erregen, drittens kann er nicht zugleich schwach und stark sein. Bei der Reaction gegen Außen ist dagegen eine Mischung möglich; denn eine Bewegung kann zugleich schnell und stark oder schnell und schwach, langsam und stark oder langsam und schwach ausgeführt werden; und damit kommen wir auf die zweite rein physiologische Eintheilung der Temperamente nach ihrer Aeußerungsform in den motorischen Apparaten.

Die Beobachtung der Muskelbewegung eines Menschen in Folge irgend eines äußeren oder inneren Impulsus führt uns zur Entwicklung einer

Physiognomik,

welche auf den Gesetzen der Nervenerregung und der Contraction gewisser Gewebe beruht, und nicht sowohl den plastischen Ausdruck einer Physiognomie als vielmehr die ganze Lehre vom Mienenspiel den Gesticulationen und der Sprache zum Gegenstand hat, aus welcher sich dann erst die Bedeutung der ruhenden Züge ergiebt, welche, wie wir sehen, für uns nur soweit Werth haben, als von ihnen aus auf ihre frühere vorhandene oder wahrscheinlich verfolgende Bewegung geschlossen werden kann.

Betrachten wir behufs der folgenden Erörterungen vorläufig allgemein die Gesetze der Muskelcontractionen, so wissen wir

1) daß eine einmal eingeleitete Bewegung nur durch eine Gegenbewegung zur Ruhe gebracht werden kann; wir wissen ferner, daß vom Gehirn aus fortwährend der Impuls zu Bewegungen gegeben wird (Henle), daß aber im Muskel-System eine doppelte Reihe einander gegenübersteht, durch deren eine Bewegung die entsprechend große Bewegung der anderen bis zu einem gewissen Grad aufgehoben wird. Es geschieht dies durch die beiden Reihen der Antagonisten.

Wir kennen ferner 2) den physikalischen Satz, daß wenn gegen einen Punkt zwei Kräfte mit verschiedener Richtung einwirken, dieser eine Punkt nach dem Parallelogramm der Kräfte bewegt wird. Im Organismus sind Haut oder Knochen die Angriffspunkte für die einzelnen Muskelkräfte, und indem diese in verschiedenen Richtungen jene Punkte in Bewegung zu versetzen vermögen, werden bei gleichmäßiger Wirkung der Antagonisten jene Punkte im

bestimmten Grad entsprechend dem Parallelogramm der Zugkräfte der Muskeln bewegt. Das Resultat dieser Zugkräfte, die Stellung der Knochen oder Hauptpartien zu einander, giebt uns den Maßstab für die contrahirenden Kräfte, und wir belegen die Muskelcontraction, welche eine der Masse der Antagonisten proportionale Stärke ohne Prävalenz der einen oder anderen Reihe besitzt, mit dem Namen des normalen Tonus des Muskelsystems, wobei dieses in einer scheinbaren Ruhe, jedoch mit einer gewissen Energie contrahirt, d. h. thätig ist.

Betrachten wir, um das Bild dieses mittleren Contractionsmaßes der Muskeln zu bekommen, einen Schlafenden, bei welchem die Erregung der motorischen Nerven dem Nullpunkt am nächsten ist, so sehen wir sein Auge geschlossen, den Mund halb geöffnet, die Respirationsmuskeln ruhig und rhythmisch sich bewegen, die Extremitäten in mäßiger Flexion. Dieser Tonus kann in Folge bestimmter Vorgänge im centralen Nervensystem nach zwei Seiten hin verändert werden. In einem Fall kann derselbe krankhaft gesteigert, in der extremsten Form als Tetanus, im andern auf's Aeußerste herabgestimmt als Lähmung sich zu erkennen geben; es kann also der Tonus erhöht oder vermindert, als Folge einer gesteigerten oder herabgestimmten Nerventhätigkeit sich zeigen. Nach diesen beiden Richtungen zerfällt die noch innerhalb der physiologischen Grenzen auftretende Muskelcontraction in eine gesteigerte oder verminderte, und der Rückschluß von ihr auf das centrale Nervensystem ist physiologisch begründet. Die Größe der Contraction im willkührlichen Muskelsystem dürfen wir als Maßstab für die Energie der durch den Willen erregten motorischen Centra annehmen, und wo die Organisation schon geringe Impulse des Willens durch starke Contractionen beantwortet, schließen wir, diese Aeußerung im Muskelsystem allein als Anhaltspunkt für die Beurtheilung gewählt, auf cholerisches Temperament. Bei den Cholerikern ist also der durch die Organisation leichter sich manifestirende Wille auch in der ruhigen Stellung durch den erhöhten Tonus markirt. Der feste Blick, der fest an den Oberkiefer angeschlossene Unterkiefer, die kräftige Respiration, die gerade Haltung, die an Nacken und Rumpf vorwaltenden Streckbewegungen, der sichere Schritt sind das Resultat dieser inneren höheren Energie des Willens.

Bei dem Phlegmatiker deutet das mehr geschlossene Auge, der matte Blick, der herabhängende Unterkiefer, die langsame Respiration, die vorwiegende Thätigkeit derjenigen Flexoren, welcher Schwere der Gliedmaßen oder des Rumpfes nicht entgegenwirken, und so lange diese nicht dem normalen Tonus thätiger Extensoren entgegenarbeiten, sowie der mehr schleifende Gang auf den geringeren Grad der Energie der Nervencentra.

Nun giebt es noch zwei Unterschiede an den Bewegungen des Muskelsystems, nämlich in Beziehung auf die Succession, auf die Schnelligkeit ihres Eintritts. Die eine Art gehört dem Sanguiniker, die andere dem Melancholiker an.

Wir wissen, daß bei einem hohen Grad der Erregung des Nervensystemes auf jeden äußeren Sinneseindruck oder mechanischen Eingriff in die Empfindungsfasern eine heftige Contraction der Muskeln erfolgt, so z. B. bei Individuen, welche mit Strychnin oder Opium vergiftet sind, bei hysterischen. Die leichte und große Erregbarkeit der motorischen Nerven, durch Eindrücke, welche den Centralorganen durch die sensitiven Fasern zugeführt werden, hängt von einem raschen Stoffwechsel, oder in höherem Grade von intensiver Reizung aus entfernteren (bekannten oder unbekannten) Gründen

ab, während die schwere oder geringe Erregbarkeit aus den entgegengesetzten Ursachen entspringt.

Der Sanguiniker, welcher am leichtesten gegen äußere Eindrücke reagirt, wird am schnellsten eine dem Eindruck adäquate Contraction seiner Muskeln äußern, und der Ausdruck seiner ganzen Physiognomie wird um so häufiger wechseln, je heterogener die äußeren Eindrücke sind; der Melancholiker dagegen, stets mehr durch das Leben seines Geistes im Idealen von der Wirkung gegen die reale Außenwelt abgezogen, wird seltener seinen Gesichtsausdruck ändern, und dann entweder mit kräftigen Muskelcontractionen, wenn die organische Kraft es erlaubt, oder mit schwächeren, wenn die Erregbarkeit der motorischen Centra geringer ist. Der Unterschied in der Energie der Contraction ist hier nicht mehr Sache des Temperaments, sondern bloß der Constitution, denn als Melancholiker charakterisirt ihn eben nur der Mangel der Reaction nach außen; ebenso kann der Sanguiniker zugleich mit der Schnelligkeit der Contraction Schwäche oder Kraft verbinden, je nach der Erregbarkeit seiner motorischen Centra, nicht aber je nach der Mischung seines Temperaments mit den Phlegmatischen oder Cholerischen, wie man irrthümlich aus der einseitigen Beurtheilung der Wirkung eines äußeren Anstoßes bloß auf die motorische Seite geschlossen hatte. Diese allein betrachtet, ließe allerdings die Annahme einer Mischung von melancholischem und cholerischem oder phlegmatischem Temperament zu, allein keineswegs die richtige Auffassung dessen, was man Temperament nennen muß, wie wir oben sahen.

So werden sich also die Temperamente nicht allein aus der Art der Bewegungen, sondern selbst schon aus gewissen Stellungen, also aus der relativen Ruhe der Muskeln in gewissen Momenten erkennen lassen, einmal nämlich dadurch, daß bei einem bestimmten Anstoß von außen keine Bewegung erfolgt, dann aus der Art der Haltung, von der wir auf die etwa folgende Bewegung im voraus schließen können. Bei allen diesen Schlüssen wirkt unmittelbar die Subjectivität des Beobachters mit. Wir wissen von uns, wie wir gegen gewisse Impulse von außen uns verhalten, aus der Erfahrung. In die Gefühlskreise eines Andern unmittelbar zu blicken ist uns unmöglich, wir können auf die seinigen nur aus den sichtbaren Aeußerungen derselben zurückschließen, und auch hier dient wieder als Maßstab die Art und Weise unseres eigenen Benehmens bei ähnlicher Veranlassung. So messen wir das Temperament und das Naturell eines Andern an unserem eigenen, und versäumen oft Rücksicht darauf zu nehmen, daß die Aeußerung des Temperaments mit vom Naturell bedingt ist, daß somit das, was wir an ihm beobachtet haben, weniger Folge seines Temperaments als Folge seines Naturells ist. Auf der anderen Seite gerathen wir aus demselben Grund zu falschen Schlußfolgerungen, indem wir, von unserem Temperament ausgehend, den relativen Unterschied des Temperaments eines Andern von dem unsrigen für einen absoluten halten. Daher kommt es, daß Mehrere sich oft so schwer verständigen können, welches Temperament diesem oder jenem Individuum zugeschrieben werden müsse, selbst wenn man über den Begriff des Temperaments vollständig überein gekommen ist. —

Was nun schließlich die Wirkung einzelner Individuen mit verschiedenen Temperamenten auf einander anbetrifft, so finden wir in der Erfahrung begründet, daß es nicht die Gleichheit des Temperaments ausschließlich ist, was die Entstehung dauernder Sympathien begründet, daß vielmehr verschiedene Temperamente eben so sehr dazu beitragen als gleiche. Allein es lassen sich

doch gewisse in der Natur der Temperamente wurzelnde Gesetze aufstellen, welche hiebei in Wirksamkeit treten.

Das melancholische Temperament wird dasjenige sein, welches am meisten isolirt bleibt, am wenigsten zu einem andern hingezogen wird. Denn da bei diesem die Rückwirkung auf die Außenwelt fast aufgegeben ist, alle anderen Temperamente mit Ausnahme des phlegmatischen nach außen wenigstens in irgend einer Weise zurückwirken, beim Phlegma aber gerade diejenige Seite, auf der der Melancholiker leicht und tief erregbar ist, weniger erregbar gefunden wird, so fehlt ihm bei allen Temperamenten außer bei dem Gleichen alles, was dem seinen von irgend einer Bedeutung sein könnte. Seine Ideale genügen ihm, er weiß, daß sie unerreichbar sind, er will keinen Versuch machen sie zu erreichen. Der Sanguiniker ist ihm zu leichtsinnig, zu wenig beharrlich, der Choleriker ist ihm zu prosaisch, der Phlegmatiker zu flach, zu wenig tief in seinen Gefühlen. Der Melancholiker schließt sich darum überhaupt nur schwer an, oder nur an solche, welche die gleichen Ideale bloß ideal verfolgen, die mit ihm das Gefühl des Schmerzes theilen. Die Schwäche seines Geistes erkennt er nicht als solche, und hat daher auch kein Bedürfniß durch Umgang mit Andern dieselbe zu bekämpfen.

Der Sanguiniker dagegen durch das Leben, in dem er sich so wie es eben ist bewegen will, wird nur zu oft von der Schwäche seines Charakters überzeugt, und beides, sein Wille nach außen zu wirken, und das Unvermögen es in der rechten Weise zu können, bewirkt, daß er am leichtesten Anderen sich anschließt, welche seiner Schwäche aufhelfen können. Bald sieht er aber, daß er sich zu sehr von den äußeren Eindrücken hinreißen läßt, und sucht Hülfe beim Phlegmatiker; bald sieht er, daß seine Unbeständigkeit im Handeln ihn an der Durchführung seiner schnell gefaßten Pläne hindert, und stützt sich auf den Choleriker, und wie er selbst durch sein eigenes Temperament leicht der Melancholie verfallen kann, so schließt er sich in einem andern Augenblick dem Melancholiker an, und sucht sein wirkungsloses Leben durch die Unerreichbarkeit gewisser Ideale zu entschuldigen; als reiner Sanguiniker aber, wo er selbst um diese Fruchtlosigkeit seines Wirkens unbekümmert ist, schließt er sich am liebsten dem Sanguiniker an, um dessen Lustgefühl zu theilen, und dadurch sein eigenes zu steigern.

Der Choleriker lebt am liebsten mit dem Choleriker, wenn das Endziel ihrer Pläne sich nicht durchkreuzt, außerdem aber am liebsten mit dem Phlegmatiker und umgekehrt, denn jeden unterstützen die Eigenschaften des andern, jeder hat vor dem andern in seinem Temperamente etwas voraus, wodurch er glauben kann, seine Pläne auf seine Weise sicherer durchführen zu können, und wo beide Temperamente nach dem gleichen Ziel gemeinschaftlich hinwirken wollen, begründet diese Verbindung der Temperamente wohl stets die festesten Bündnisse.

Zu dem Sanguiniker oder Melancholiker wird sich der Choleriker und Phlegmatiker wohl selten dauernd hingezogen fühlen, und so sehen wir den Grund der Sympathie auch von hier aus wieder zurückgeführt auf eine Uebereinstimmung der rein geistigen Thätigkeiten auf jene Mittelpunkte, welche die idealen Bewegungen des individuellen Geistes bestimmen.

Solche Bewegungen des Geistes, welche sich ebenfalls körperlich zu erkennen geben und die sich eben deswegen auch aus Bewegungen erschließen lassen, sind die Affecte. Auch sie bestehen in dem Verhältniß der Wirkung äußerer Impulse zu der Gegenwirkung nach außen, aber nicht wie die Temperamente in dem Verhältniß der Wirkung großer Durchschnittswerthe äuße-

rer Anstöße zu großen Durchschnittswerthen der Reaction, sondern einzelner Impulse zu einzelnen Reactionen. Daß das Temperament auf die Hervorrufung und die Art der Aeußerung der Affecte vom größten Einfluß ist, wird niemand bezweifeln, um aber zu zeigen, wie die fast augenfällige Abhängigkeit des Geistes von den äußeren Anstößen und der Organisation dennoch eine bloß scheinbare ist, und wie wir bei richtiger Auffassung des psychologischen Vorgangs im Affect dennoch dem Geist seine volle Freiheit wahren können, dürfte aus folgender schematischen Darstellung hervorgehen, durch welche wir eben so wenig wie in den früheren theoretische Erklärungen geben, sondern nur durch die graphischen Verhältnisse den Thatbestand versinnlichen wollen.

Die einzige Voraussetzung, welche wir machen, ist: daß ein Zusammenhang zwischen körperlichen Anstoß und dem Zustand des Geistes, zweitens ein Zusammenhang zwischen dem dadurch im Geist hervorgerufenen Impuls und der ganzen übrigen Thätigkeit des Geistes, und ein Zusammenhang drittens zwischen diesem letzten Vorgange im Geist und dem motorischen Centralorgane stattfindet, in Folge dessen eine Wirkung in den letzteren eintritt, die sich nach außen durch die Leitung der Nerven fortsetzt.

Zur Erklärung der Tafeln diene Folgendes:

Fig. 44. α β γ 2c. Zustände der zuleitenden Centralorgane (das sensorium commune);

a b c d 2c. Zustände des Geistes;

A B C D 2c. Wirkung des Anstoßes auf den Geist.

Fig. 44.

Fig. 45. *A B C D* ꝛc. Wirkung des äußeren Anstoßes auf den Geist;
a b c d ꝛc. Verhalten des Geistes auf rein idealem Gebiet, welches nicht körperlichen Zuständen correspondirt;
A' B' C' D' ꝛc. letzte Verarbeitung des äußeren Anstoßes im Geist.

Fig. 45.

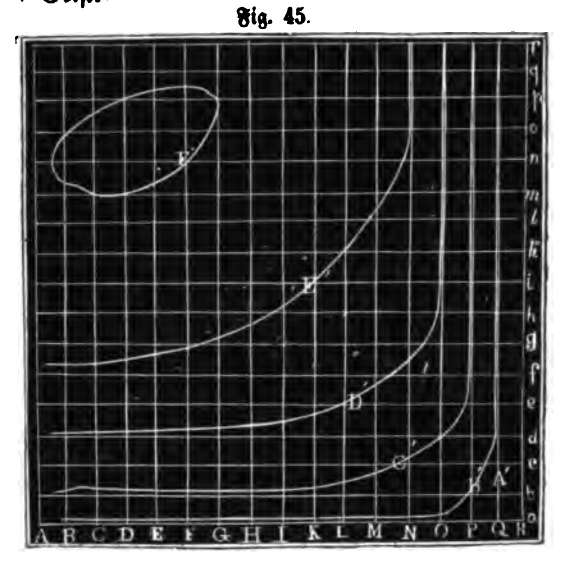
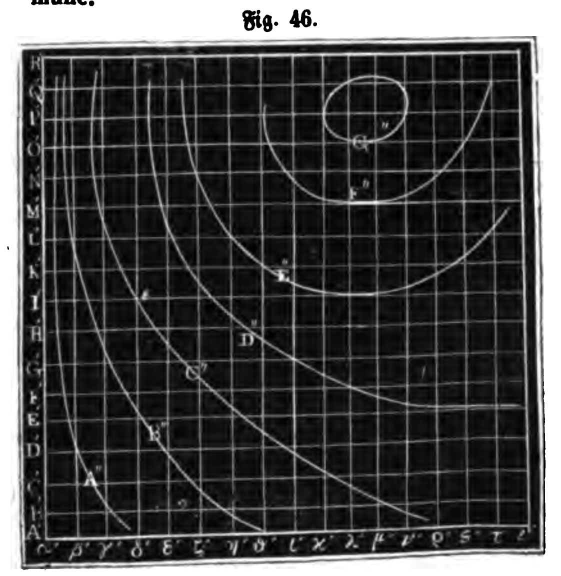


Fig. 46. *A' B' C' D'* ꝛc. wie auf der II. Tafel;
α' β' γ' δ' ꝛc. Zustände des motorium commune;
A'' B'' C'' ꝛc. Wirkungen des Geistes auf das motorium commune.

Fig. 46.



Verfolgen wir einen äußern Anstoß durch die drei Curvensysteme, deren Bedeutung aus dem Obigen klar geworden sein wird, so finden wir, daß bei dem Zustand ε (Fig. 44) das motorium commune und bei dem gleichzeitigen Zustand *e* des Geistes ein geistiger Zustand eine Stimmung hervorgerufen wird, welche durch *B* bezeichnet ist. Für die rein geistigen Thätigkeiten kann dieses Resultat die verschiedenste Bedeutung haben, da es eben durch diese erst den für den Geist wahren Werth erlangt.

Jeder äußere Anstoß ruft eine Reihe von Bewegungen hervor, welche bei der Verkettung sensitiver und motorischer Centralorgane sich von jenen zu diesen fortpflanzt, also mit einer Reaction nach außen endigt. Diese Continuität der Bewegung innerhalb der mechanischen Apparate ist untrennbar, so lange bloß der Mechanismus wirkt, wie man aus den Reflexbewegungen enthaupteter Thiere sieht. Die Continuität kann aber aufgehoben werden durch die Intervention des freien Geistes, oder es kann den mechanischen Bewegungen eine andere als dem äußern Anstoß entsprechende Richtung und Intensität gegeben werden, kurz es kann durch ihn der mechanische Uebergang von Erregung und Reaction auf das manchfachste modificirt werden, so daß die Größe der Reaction nicht proportional der körperlichen Erregung, sondern proportional der letzten Einwirkung auf den Geist ist.

Die Bewegungen auf rein geistigem Gebiet zeigen nicht weniger als die auf dem materiellen eine gewisse Gesetzmäßigkeit ihres Ablaufs und Zusammenhangs, welchen nachzuweisen der Psychologie angehört. Uns genügt es, darauf hinzudeuten und dadurch zu rechtfertigen, daß wir auch auf dem rein geistigen Gebiet von Gesetzen sprechen können, welche sofort eine Versinnlichung durch Curven zulassen. So ist auf der Fig. 45 dargestellt, wie aus einem gewissen willkührlich variablen Verhalten (*a b c d* ꝛc.) des Geistes gegen die in ihm von außen angeregten Zustände (*A B C D* ꝛc.) gewisse psychische Endwirkungen nach gewissen Gesetzen entstehen müssen. Auch hier sind *A B C* ꝛc. und *a b c* ganz beliebige Werthe, deshalb die Curven auch ganz beliebig gezogen, und ihre Form nur deshalb so gewählt, weil sich damit bestimmte Vorgänge im Geist, so wie sie wirklich (nicht theoretisch construirt) sind, versinnlichen lassen.

So sei der auf Fig. 44 durch äußern Anstoß erzeugte Impuls auf den Geist gleich *Q* auf Fig. 45. Ließe sich ein psychologisches Gesetz auffinden, dem zu Folge es irgend einen von außen angeregten Impuls auf den Geist gäbe, der auf keinerlei Weise durch irgend weitere geistige Thätigkeiten verändert oder neutralisirt werden könnte, so würden wir als Curve die gerade Linie *A′* bekommen, d. h. es würde der Effect des äußeren Anstoßes auf den Geist so sein, daß er stets derselbe bliebe, die weitere Geistesthätigkeit möge sein wie sie wolle (*a* oder *h* oder *n* ꝛc.). In diesem Falle würde die eingeleitete Bewegung auch trotzdem, daß der äußere Anstoß auf den Geist übertragen worden, unmittelbar und unmodificirt sich auf das dritte Curvensystem fortsetzen und eine Reaction hervorrufen, welche zu dem Reiz sich ausnähme wie ein Verhältniß rein körperlicher Erregung zu körperlicher Reaction, nur mit dem Unterschied, daß beide bewußt geworden wären, das Bewußtsein aber bloß den passiven Zuschauer abgegeben hätte. Man könnte dies eine psychische Reflexbewegung nennen.

Wäre der durch den Körper angeregte Impuls auf dem Geist *Q*, so sieht man, daß bei sehr verschiedenem weiteren Verhalten desselben gegen denselben immer der endliche Effect *B* erzeugt würde, daß nur zwischen *c* und *a* Raum ist, die Wirkung *B* nicht eintreten zu lassen, von *c* an aufwärts

würde keine weitere Thätigkeit des Geistes dem einmal entstandenen Impuls eine andere Richtung geben können, als welche er bereits gewonnen hat.

In a würde dagegen wiederum die Gefahr wachsen, sofort den Effect B bei den verschiedensten eingeleiteten Impulsen nämlich von $A—O$ entstehen zu lassen, und es würde uns dieses Verhalten des Geistes zu den verschiedensten Impulsen ein Bild der reizbaren Stimmung geben, bei der einer bestimmten nicht gewollten Wirkung ausgewichen, dadurch aber selbst wieder im Geiste eine solche Stimmung erzeugt würde, die sich nur um ein Minimum über a zu erheben braucht, um den vermiedenen Effect doch, und zwar jetzt bei der verschiedensten Veranlassung eintreten zu sehen. Bei dem Impuls P giebt es schon viel mehr Möglichkeiten (nämlich $a - e$) der Entstehung des Effectes C auszuweichen, noch mehr bei dem Impuls O, wo erst von h aus aufwärts die Wirkung D', bei dem Impuls N nur zwischen a und r die Wirkung E eintreten kann.

Dergleichen Wirkungen werden um so häufiger eintreten, je geringer die Zahl möglicher Bewegungen des Geistes wird, welche mit einem gewissen Impuls sofort eine bestimmte Wirkung erzeugen. Diese Wirkungen pflanzen sich sodann unaufhaltsam fort auf das dritte Curvensystem und evolviren, je nach dem gerade bestehenden Zustand der Centralorgane ($\alpha' \beta' \gamma'$) in diesem neue Effecte ($A'' B''$), die von den motorischen Nerven, je nach der Constitution so oder so gestaltete Wirkungen in den Muskeln hervorrufen.

Indem so der ursprünglich angeregte Impuls selbst, wenn er nicht durch weitere geistige Gegenbewegung oder durch Ausweichen der geistigen Thätigkeiten verhindert wird, sich unmittelbar fortpflanzt zu dem motorium commune, so sind doch zwei Dinge an ihm relativ ganz unabhängig von dem äußeren Anstoß, einmal nämlich sein Werth für den individuellen Geist, und zweitens die Intensität der Reaction. Denn der äußere Impuls erhält seinen Werth erst durch das Verhältniß seines Inhalts zu dem Verhalten des Geistes gegen ihn, und von der Werthbestimmung dieses Inhalts hängt es ab, ob die letzte Wirkung der Intensität des äußeren Anstoßes correspondirend ist oder nicht; ist der äußere Anstoß gleichgültig für den Geist und sucht er seine Wirkung auf ihn weder zu vermindern noch zu steigern, so ist die Reaction proportional der ursprünglichen Erregung. Bei gleichbleibendem Verhalten des Geistes kann diese Reaction in der verschiedensten Weise gesteigert, nicht aber geringer werden, als die mechanischen Verhältnisse es gestatten.

Sprechen wir von verschiedenen Intensitätsgraden des äußeren Anstoßes und der äußeren Reaction, so haben wir dazu ein vollkommenes Recht. Beides sind mechanische Vorgänge, und für die beiden Punkte, an denen sich Erregung und Reaction im Körper ausspricht, haben wir bestimmte Einheiten als Anhaltspunkte für die Messung; die letzten Wirkungen lassen noch eine quantitative Berechnung aus ihren quantitativ meßbaren Componenten zu. Anders dagegen verhält es sich bei den rein geistigen Functionen, welche stets nur an der individuellen Einheit des Geistes, an dem sie sich eben offenbaren, gemessen werden könnten. Ob an dieser selbst eine Messung möglich ist, hat die Psychologie zu entscheiden, wirkten hier auch bloß durch äußere Anstöße hervorgerufene qualitativ verschiedene Effecte, so setzen sich dieselben bei ihrem Uebertragen auf die körperlichen motorischen Organe in quantitativ meßbare Wirkungen um, so daß es für uns gleichgültig ist zu sagen, eine bestimmte Qualität des Geistes zieht die intensivsten Con-

tractionen nach sich, oder es bewirkt dieselbe die größte Intensität der geistigen Bewegung.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir näher auf das Wesen der Affecte ein. Das Bestimmende bei jedem Affect ist nicht die Größe des äußeren Anstoßes, ist nicht die Größe der Veränderung in den leiblichen Organen, sondern ist das Verhältniß beider zu einem bestimmten idealen Inhalt. Es wurzelt der Affect somit in dem innersten Wesen des Geistes. Dieses hat er aber noch mit allen andern rein geistigen Thätigkeiten gemein. Es ist dasselbe bei einer Stimmung, bei einer Reflexion, bei einer Gesinnung, bei freier Willensthätigkeit der Fall. Wodurch unterscheiden sich nun diese von einander. Die Schnelligkeit, mit welcher ein äußerer Impuls den Geist trifft, dürfte das Unterscheidende kaum sein, denn es kann derselbe eine weitgreifende Reflexion oder eine energische Willensthätigkeit hervorrufen, ohne daß beide affectvoll wären. Die Schnelligkeit und Unfehlbarkeit, mit welcher äußerlich erkennbare Reaction der Erregung folgt, ist ebenfalls noch kein Beweis des Affects, denn einerseits kann dies vorkommen ohne allen Affect, und zweitens giebt es Affecte, welche ohne alle bemerkbare Reaction nach außen auftreten. Die Intensität der wahrnehmbaren Reaction charakterisirt den Affect auch nicht, denn bei manchen Individuen erkennen wir sehr tiefgehende Affecte aus ganz geringen Bewegungen oder Zuckungen in einem oder dem anderen Muskel, oft gerade aus der Bewegungslosigkeit. Indem wir damit auf die Verschiedenheit hingewiesen haben, mit welcher sich Affecte äußern, sind wir dem allgemeinen Begriff derselben näher gerückt, und da bei der Aeußerung des Affects geistige und körperliche Thätigkeit in einander greifen, so werden wir sagen können, daß derselbe hervorgerufen werde durch das Verhältniß des Temperaments bei gewissen einzelnen äußeren Anstößen zu gewissen Grundwerthen des individuellen Geistes. Bei dem melancholischen Temperament wird das Verhältniß ganz dasselbe sein können wie bei dem Sanguiniker; aber das Temperament bewirkt dort eine Absorption des äußeren Anstoßes im Geist, während derselbe beim Sanguiniker mit größter Leichtigkeit in eine körperliche Reaction ausschlägt. Das Wesen des Affects hängt allein ab von dem bereits auf den Geist übergegangenen Impuls zu dem Werth, welchen er für den gesammten individuellen Geist hat, also vom Verhältniß des Naturells zu bestimmten idealen Mittelpunkten bei einem bestimmten Impuls.

Der Grund des Affects beruht auf dem plötzlichen Fortgerissenwerden des Geistes in der Richtung, welche er bei dem ersten Anstoß erhalten hat, wobei je nach dem Temperament eine starke, schwache, schnelle oder gar keine Bewegung auftreten kann, und woran sich je nach der Harmonie oder Disharmonie mit den idealen Grundwerthen des Geistes das Gefühl der Lust oder Unlust knüpft.

Wollte man einer mechanischen Anschauung Platz geben, so ließe sich denken, daß durch beide die Intensität der Affecte erhöht werden könne, nämlich durch den Widerstand beim Unlustgefühl und durch die Unterstützung der im Geist angeregten Bewegung durch das Lustgefühl an derselben. Je weniger Mittel der Geist hätte, einem solchen Impuls auszuweichen, dem er Widerstand entgegensetzen will, um so intensiver wäre der Affect (auf Figur 45, Curve *B'*).

(Stimmungen beruhen auf dem Verhältniß des äußeren Anstoßes zum

Naturell, und Leidenschaften auf dem fixirten Verhalten des Geistes zu allen Anregungen, welche mit ihm einen Affect hervorrufen. —).

Daß geistige Bewegungen körperlichen correspondiren können, wissen wir. Daß wir willkührliche energische Muskelcontractionen auf eine entsprechende Energie des Willens zurückführen, ist natürlich, da wir für die letztere kein anderes zugängliches Maaß haben, als eben die Energie der Contraction.

Daß wir an Anderen die Größe des Affects an der Größe der sichtbaren Wirkungen im Muskelsystem messen, ist eben so natürlich, obwohl wir schon nicht mehr mit einem so allgemeinen Maaß uns so begnügen, wie im vorigen Fall, sondern zugleich auf das Temperament Rücksicht nehmen. In allen Fällen wird uns das zeitliche oder räumliche Quantitätsverhältniß allein meßbar sein, nicht aber die Qualität des Affects direct, und daß jenes allein zu prüfen das Richtige ist, davon giebt uns die Erfahrung Zeugniß, welche uns lehrt, daß alle Affecte, welcher Art sie seien, zuletzt dieselben quantitativen Werthe an den Muskelcontractionen hervorrufen. Der leibliche Abdruck aller Affecte auf ihrem Culminationspunkt ist der gleiche. Von einer Symbolisirung der idealen Vorgänge durch reale Formveränderung kann so wenig in der Physiognomik die Rede sein, als in der Kranioskopie. Die qualitativen Formverschiedenheiten des Ausdrucks in verschiedenen Affecten rührt nicht von der qualitativen Verschiedenheit der Affecte an sich her, sondern von der Größe und Verbreitung der durch den Affect erzeugten Erregung innerhalb des motorium commune und der weiteren nicht vom Affect, sondern anderwärts her eingeleiteten Bewegungen, so daß wir sagen könnten, die Art des Affects erkennen wir nicht an den Bewegungen des Affects, sondern an der Art der Mitfolge nicht affectiver Bewegungen; die Intensität des Affects dagegen aus der Größe und Ausbreitung der Contractionen über die Muskelapparate. Ob sich dies beweisen läßt, muß die ganze nachfolgende Untersuchung lehren, welche alle möglichen Bewegungen prüft und sie zu dieser oder jener Geistesthätigkeit in Relation bringt.

Lassen wir den Rückschluß von der Intensität und Ausbreitung der Bewegung im Muskelsystem auf die Intensität des Affects gelten, so können wir umgekehrt sagen: ein Affect wirkt wie ein anderer Reiz auf das motorische Centralorgan proportional seiner Intensität und nach denselben Gesetzen wie jeder andere Reiz. Durch die Annahme eines prästabilirten Gesetzes zwischen Seele und Leib ist die erste Einwirkung jener auf diesen gegeben: alles Weitere folgt nach denselben mechanischen Gesetzen im Körper, als wenn nicht die Seele, sondern ein anderer mechanischer Impuls dieselbe Wirkung gehabt hätte.

Dadurch glauben wir uns von der Beschuldigung materialistischer Ansichten gerettet zu haben und hoffen nicht mißverstanden zu werden, wenn wir im Folgenden nur noch die Gesetze der Nervenphysik auf unseren Gegenstand anwenden, und der Kürze wegen die einzelnen Vorgänge immer nur bis vor den Uebergang in den Geist verfolgen, von diesem aber von seinen Vorstellungen und so weiter wie von mechanischen Anstößen sprechen, während sie uns eigentlich der letzte Grund des mechanischen Geschehens sind, von dem aus das Spiel der Ursachen innerhalb der leiblichen Organe beginnt.

Wegen Vermischung der Affecte mit anderen Seelenzuständen und weil

wirklich affectvolle Bewegungen häufig mit allen möglichen anderen zusammengeworfen werden, ist es nothwendig, die Bewegungen überhaupt ganz allgemein zu betrachten und aus ihrer Combination immer erst das herauszusuchen, was dem Affect angehört und was nicht.

Gehen wir nun näher auf die einzelnen Theile ein, welche den Complex der mimischen, sowie der den Gesten zu Gebote stehenden Muskeln bilden, so finden wir zwei kleinere und zwei größere Gruppen, welche der Zeichensprache der Affecte zu Gebote stehen.

Die erste befindet sich am Augapfel und besteht aus den sechs Muskeln des bulbus, sowie den außerhalb der orbita gelegenen orbicularis oculi, corrugator supercilii, levator palpebrae superioris, frontalis; die zweite umgiebt die Mundöffnung als orbicularis oris nebst den übrigen Antlitzmuskeln; die dritte besteht aus dem Rumpf- und Respirationsmuskeln, die vierte aus den Muskeln der Extremitäten.

Betrachten wir die erste Gruppe, so besteht sie aus zehn Muskeln, eine Zahl, welche hinreicht, dem bulbus innerhalb der orbita, sowie den Muskeln außerhalb derselben eine Verschiedenheit der Stellung zu geben, welche unberechenbar groß ist und welche an sich schon eine unendliche Verschiedenheit des Ausdrucks, ganz abgesehen von der Schnelligkeit oder Langsamkeit ihres Entstehens möglich macht. Daß die Vollständigkeit und Feinheit der Zeichensprache durch diese Gruppe nicht in jenem mysteriösen Wesen des Auges selbst liegt, welches ihm hie und da von Einzelnen zugeschrieben wurde, dürfte sich hieraus unmittelbar ergeben, denn die Bewegung und die Stellung des Auges, die Art der Contraction der übrigen mimischen Muskeln ist es, welche je nach der Verschiedenheit äußerer Eindrücke verschieden nach der Individualität des Einzelnen ausfällt, aus welcher wir den Eindruck äußerer Einflüsse auf das Individuum in bestimmten Situationen berechnen. Das Auge an sich hat auch allerdings einen gewissen, aber keineswegs unerklärbaren Ausdruck, wenn wir die ästhetische Bedeutung seiner Form berücksichtigen und uns über den Einfluß der Blutbewegung auf die Turgescenz der verschiedenen Augenhäute und deren letzte Ursache im centralen Nervensystem für jeden einzelnen Fall klar zu werden versuchen. Dies ist aber mehr der plastische Ausduck, aus welchem wir doch zuletzt wieder auf gewisse körperliche und geistige Bewegung zurückschließen. Das Leben des Auges, die Wirkung des Blicks ist in der Beweglichkeit des bulbus und seiner unmittelbaren muskulösen Bewegung begründet. Aus der unbestimmten schwankenden Bewegung des Auges schließen wir auf das zaghafte oder schüchterne Gemüth, aus der momentanen Fixation im entscheidenden Augenblick auf einen bestimmten seines Zwecks sich bewußten Willen.

Die zweite Gruppe besteht aus den übrigen Gesichtsmuskeln; ohne sie vermag das Auge wenig auszudrücken; erst ihr Zusammenwirken bedingt einen gewissen Effect. Man lasse hinter einem Bogen Papier, in welchem sich zwei gerade nur der mittleren Weite der Augenlidspalte entsprechende Oeffnungen befinden, den besten Mimiker die verschiedensten Affecte nachahmen, man wird an seinem Auge niemals erkennen, welchen Affect er gerade wieder giebt, was uns sogleich klar wird, wenn er die Maske abnimmt.

Am Munde finden sich weniger Muskeln als bewegliche Lettern jener Zeichensprache, welche uns von den inneren Vorgängen das Geistige kundgeben; daher sind hier weniger Combinationen möglich, die Zeichensprache des übrigen Antlitzes ist daher weniger vollständig, weshalb auch der Blinde

mit seinem Unvermögen äußeren Eindrücken entsprechende Bewegungen des bulbus zu machen, weniger Mittel besitzt, seine Affecte oder seinen Willen in seinem Mienenspiel wieder zu geben, als der Sehende.

In welchem Verhältniß die beiden anderen größeren Gruppen zu den ersteren und zu einander stehen, wird sich von selbst aus der folgenden Betrachtung ergeben, bei welcher wir die Arten der Bewegungen genauer analysiren. Physiologisch zerfallen bekanntlich die Bewegungen in willkührliche, reflectirte und Mitbewegungen. Alle drei hängen von bestimmten Zuständen des Gehirns ab, welches in einem Fall als vollständig, im zweiten als (momentan oder permanent) gar nicht, im dritten unvollständig functionirend gedacht werden muß.

Ganz abgesehen von dem Grundbegriff der eigentlichen psychologischen Definition des Wortes Willkühr verstehen wir darunter im Allgemeinen: ein geistiges Vermögen, welchem es freisteht, sich auf eine gewissen traditionellen und ethischen Grundvorstellungen adäquate Weise gegen die verschiedenen Einwirkungen zu äußern oder nicht zu äußern.

Absichtlich geben wir die verschiedensten Vorgänge unseres Geistes durch Veränderungen in dem complicirten Apparat der physiognomischen Muskeln wieder, welche eben darum, weil sie in der Willkühr und so lange sie in der Willkühr des Einzelnen seinen Grund haben, fast bei jedem Individuum, sowie bei den verschiedenen Völkern verschieden sind. Wie die Buchstaben der Sprachen vielleicht einen tieferen Grund haben, größtentheils aber aus der Willkühr Einzelner hervorgingen, welche die Lettern zunächst gaben, so erbt sich auch traditionell bei Familien und Generationen die Zeichensprachen der willkührlichen Mimik fort.

Man beobachte eine Gesellschaft, in welcher plötzlich ein Ereigniß vorfällt, das allgemeinen Eindruck macht, so wird man stets Verschiedenheiten in der Physiognomie der Einzelnen entdecken können, durch welche sie ihre Stimmung absichtlich zu erkennen geben. Dieser Theil der Zeichensprache charakterisirt aber nur die Individualität, nicht den Affect, welcher hervorgerufen wurde.

Neben dieser Verschiedenheit des Gesichtsausdrucks tritt bei Allen (wenn nämlich bei Allen eine Aeußerung desselben Affects entsteht) etwas Gemeinsames auf, und dieses Gemeinsame ist die Folge der unwillkührlichen Bewegung, welche dem Eindruck unmittelbar folgt, wenn er nämlich eine gewisse Stärke besitzt, um den Geist ohne Entgegenwirken des Willens mit fortzureißen. Alle diese Bewegungen könnten wir psychische Reflexbewegungen nennen, um bei einer geläufigen Bezeichnung stehen zu bleiben, welche sich auf einen analogen Vorgang im Physischen bezöge. Reflectirte Bewegung nennt die Physiologie solche, welche auf einen Reiz bei Abwesenheit oder aufgehobenem Einfluß des Gehirns nur in einer bestimmten, von der Art und Intensität des Reizes abhängigen Form auftreten. Oft scheint eine Art Zweckmäßigkeit an ihnen unverkennbar, oft sind sie aber ganz zwecklos oder selbst zweckwidrig; aber bei noch so vielen Amphibien, welche wir decapitirten, ist auf Reizung der Schwimmhaut mit Essigsäure bei gleich intensivem Reiz der Effect bei derselben Species ganz derselbe, verschieden aber bei den Individuen verschiedener Species (Kürschner). So entsteht auf allen Gesichtern bei plötzlich eintretendem Schrecken ꝛc. ein allgemeiner Grundzug der Physiognomie, bedingt durch eine Bewegung, welche wir im Folgenden immer unwillkührlich nennen wollen. Darunter aber verstehen wir eine unmittelbar reflectirte, bei welcher der Reflex von dem für den

Geist werthvollen Impuls auf das motorium commune ohne weitere freie Wahl unter dessen verschiedenen Gliedern nach dem Gesetz der prästabilirten Harmonie sich geltend macht.

Die Ursache dieser oder jener Form der Contraction in den mimischen Muskeln, als Folge dieses oder jenes Affects, liegt in Folgendem.

Alle Thätigkeitsäußerung der Nervencentra, nicht des reinen Geistes, wird von Erregungen derselben bedingt, welche zunächst von außen ihnen zugeführt werden. Diese Einflüsse nennt man Reize, und sie zerfallen bekanntlich in drei Classen:

1) in solche, welche die Centra in der mit dem Organismus harmonirenden Stärke erhalten (homogene, nothwendige Lebensreize);

2) in solche, welche eine excessive Reaction hervorrufen (durch ein Plus jener oder durch zufällige, nicht nothwendige, heterogene Reize);

3) in solche, welche sie lähmen (durch ein Minus der ersteren oder eine noch mehr vergrößerte Einwirkung derselben, oder der zweiten Classe durch überreizende oder die Nerven direct zerstörende Einwirkungen).

Diesen Erregungen in den Nervencentris entsprechen folgende Arten der Zusammenziehungen in den contractilen Geweben. Im ersten Fall wird normaler Tonus, relative Ruhe oder harmonische Bewegung aller oder einzelner Partien contractiler Gewebe, im zweiten allgemeine oder stellenweis erhöhte Contraction im Muskel- und Gefäßsystem, im dritten Fall Erschlaffung aller oder einzelner contractiler Gewebe herbeigeführt.

Jeder Affect ist das Resultat eines zu großen Reizes; denn eben zur Erzeugung eines Affects gehört, daß ein Eindruck mit überwältigender Stärke auf das Centralorgan einwirkt und je nach der Individualität früher oder später auf größere oder geringere Dauer den Willenseinfluß aufhebt, und dem vorliegenden Mechanismus centraler Fasern freien Spielraum läßt. Freilich wird bei dem Einen noch unerschüttert der Wille die Oberhand erhalten, wenn bei dem Andern durch denselben Einfluß längst schon diese Bande der unwillkührlichen Bewegungen zerrissen, längst schon jeder Willenseinfluß aufgehoben ist; allein die Möglichkeit, einem einwirkenden psychischen oder physischen Reiz mit unveränderter Willensenergie die Spitze bieten zu können, wird gewiß auch großentheils durch die Organisation erleichtert oder erschwert, wie es in der individuellen Organisation des Rückenmarkes liegt, daß bei dem einen Thier schneller oder schwächer, bei dem anderen langsamer oder stärker Reflexbewegungen eintreten.

Die Affecte unterscheiden sich in Beziehung auf ihren leiblichen Abdruck, ihre Wirkung auf das Muskelsystem, nach zweierlei Richtungen hin, nach den beiden Richtungen, welche eben alles Materielle charakterisiren, nämlich nach Raum und Zeit. Freilich sollte unsere Analyse von der Form der Contraction ausgehen, welche auf diesen oder jenen Eindruck entsteht, wenn wir nicht dadurch gezwungen würden, immer gleich alle möglichen Modificationen, wie sie durch das Object des Affectes und durch die Temperamentsverschiedenheit des Individuums hervorgerufen werden, zu zergliedern, wodurch wir in eine Menge Wiederholungen gleicher Gedanken bei den verschiedenen Affecten unvermeidlich gerathen würden. Wir schlagen daher den umgekehrten Weg ein, betrachten zuerst alle möglichen Contractionen der Muskelcombinationen, und suchen dazu die entsprechenden geistigen Zustände, welche wir dann wieder als Bedingungen jener ansehen, und wobei wir zugleich an dem Ueberblick der organischen Verhältnisse festhalten können.

Wie bei den Temperamenten nach vier Seiten hin Verschiedenheiten im mimischen Apparate auftreten, so machen sich auch die Affecte in den gleichen Modificationen erkennbar. Eigentliche Affecte können wir nur nennen Zorn (Muth), Schmerz (psychischen), Freude. Am deutlichsten und schnellsten tritt der erste bei dem Choleriker, der zweite beim Melancholiker, der dritte beim Sanguiniker auf, keineswegs aber gehört die Neigung, in Affecte zu gerathen, den Temperamenten an sich an; es ist deshalb falsch, den Choleriker als zornig, den Phlegmatiker als apathisch zu schildern, wohl aber wird das eine oder andere Temperament zu dem Grad der Affectäußerung schneller getrieben, welcher bei jedem Temperament eintritt, wenn ein gewisser Grad des Affects erreicht worden. Könnte man eine bestimmte Scala der Affecte aufstellen, so würde auf einem bestimmten Höhepunkt derselben den Zorn starke, den Schmerz schwache, die Freude schnelle Bewegungen charakterisiren, während langsame Bewegungen bei keinem Affect im System der animalen Muskeln auftreten könnte, da ja eben die Affectäußerung eine schnelle Auslösung des Impulses durch eine Bewegung voraussetzt: ein Grund, aus welchem der Phlegmatiker überhaupt am seltesten zu Affectäußerungen kommt. — Entwerfen wir uns eine vorläufige Skizze dieser verschiedenen Affecte, so finden wir im Zorn die Stirn gerunzelt, den Bulbus stark fixirt oder fortwährend rotirend, wie hervorgedrängt aus der Orbita und turgescirend; die Zähne oft knirschend aneinander geklemmt, die Respiration forcirt bis zum Keuchen, der Kreislauf beschleunigt, in den Extremitäten heftige Agitation mit vorwaltenden Streckbewegungen. Im Schmerz tritt der Turgor zurück, das matte Auge sinkt in seiner Höhle gleichsam zusammen, der Blick ist auch oft stier, nicht fixirend; der Unterkiefer mehr oder weniger vom Oberkiefer entfernt, die Respiration nur hie und da forcirt (Seufzen), sonst langsam; die Circulation langsamer oder schneller, aber mit kleinem Puls, d. h. mit nachlassender Elasticität der Arterien; die Extremitäten schlaff herabhängend, im Ganzen die passiven Beugebewegungen vorherrschend.

In der Freude zeigt sich erhöhter Turgor, lebhaft bewegliches strahlendes Auge, geglättete Stirn, schnelle Respiration mit häufig intercurrirenden Lachbewegungen und den begleitenden Contractionen der Muskeln, welche den Mund öffnen, manchfach wechselnde Bewegungen in den Extremitäten. Bei allen Affecten zeigt sich in Beziehung auf das Absonderungsorgan der Thränen gleiche Erscheinung, überall quellen diese unmittelbar, nachdem die höchste Höhe des Affects erreicht ist, aus dem Auge.

Um nun alle diese Erscheinungen in ihrem Zusammenhange und in ihren manchfachen Modificationen auffassen zu können, sind folgende Fragen zu lösen:

Erstens, wie sich das innerste Wesen des Geistes zu dem äußeren Anstoß in verschiedenen Affecten verhält, dann in wie weit die sogenannten Mitbewegungen zur Entstehung der angeführten Resultate beitragen, und endlich, wie weit die Verschiedenheit in den Bewegungen von dem Affect unmittelbar abhängen.

In der Freude sind alle weiteren Gedanken gleichsam gefangen gehalten von dem einen, welcher die Freude erregt hat. In der Freude sind es aber zunächst die äußeren Objecte, die äußeren Impulse, welche die Thätigkeit des Geistes erregen, und von da aus eine höhere Erregbarkeit der motorischen Centra hervorrufen. Da nun der Geist mehr mit den äußeren Objecten beschäftigt ist, so lange sie sein Lustgefühl währen, diese äußeren

Veranlassungen aber fortwährend wechseln, schon dadurch, daß sie stets neue Seiten des ursprünglich Freude erregenden Impulses bieten, so wird auch durch die motorischen Centra ein entsprechend häufiger Wechsel von Bewegungen hervorgerufen, welche unwillkührlich den wechselnden Empfindungen folgen, weil der Wille in dem Lustgefühl derselben aufgeht und keinen Grund hat, die Bewegungen zu hemmen. Ein ähnliches Verhältniß findet im Affect des Zornes Statt. Auch hier ist es der Gedanke an ein Object, in welchem das Selbstbewußtsein aufgeht, allein, wie in der Freude, ich möchte sagen, mit höherer Spannung der sensitiven, hier mit höherer Spannung der motorischen Nerven, daher hier die größere Energie der unwillkührlichen Bewegungen. Anders verhält es sich mit dem Schmerzgefühle: alle äußeren Einflüsse werden in Relation zu dem Ich gesetzt. Die unwillkührlichen Bewegungen treten erst in einem viel höheren Grade des Affects auf, als in den beiden vorigen Fällen, dagegen findet viel früher eine Ueberreizung und in Folge deren Herabstimmung des allgemeinen Tonus Statt. Daher sind auch die unwillkührlichen Bewegungen in den animalen Muskeln seltener und schwächer; allein im System der organischen Muskeln bleiben die Bewegungen als unmittelbare Folge der inneren Erregung nicht aus. — Ueberall spielen die Mitbewegungen eine Hauptrolle bei der Affectäußerung, und wir müssen über deren Entstehung und Bedeutung die physiologische Erfahrung um Rath fragen. Wir wissen, daß es im System der motorischen Nervencentra begründet ist, daß sich ursprünglich auf einen Reiz, gleichgültig innern oder äußern, immer eine größere Gruppe von Muskeln contrahirt, daß erst durch Gewöhnung nach und nach es möglich wird, isolirte Bewegungen zu machen, endlich, daß die graue Substanz es ist, welche den Erregungszustand einer motorischen Faser auf nahe gelegene überträgt, und so eine Irradiation erzeugt, deren Ausdehnung proportional der Intensität des Reizes ist.

Wenden wir diese Erfahrungssätze auf die Beurtheilung der Physiognomie und die Rückschlüsse von derselben auf gewisse Seelenzustände an, so werden wir außerdem, daß uns die bereits erwähnten Bewegungen im Muskelsystem klar werden, noch für den allgemeinen Bildungsgrad und für die momentane Beherrschung oder Nichtbeherrschung der motorischen Centra, endlich für die Intensität innerer physischer Erregungen gewisse Merkmale an dem Bewegungsapparat aufstellen können. Diese allgemeinen Gesetze der Mitbewegung, die J. Müller so scharf und zuerst hingestellt hat[1]), lehren uns, soweit es hier zur Sprache komme, daß bei den kleinen Kindern, wie bei den uncultivirten Völkern, alle Affecte von bizarren Muskelcontractionen in viel ausgedehnterer Weise begleitet sind, als bei den Erwachsenen, Gebildeten. Selten beschränken sich dieselben auf die Mienen, meist dehnen sie sich sogleich auf Rumpf und Extremitäten aus, allmählig erst bewegen sich mit zunehmendem Alter und steigender Bildung partiellere Gruppen, und wie nur lange Uebung den Claviervirtuosen diese Beweglichkeit der einzelnen Finger verleiht, so tritt am spätesten beim Kind die gewollte Bewegung der kleinen einzelnen Kehlkopfmuskeln ein, wie im Großen auch erst auf dem höheren Gipfel der Cultur die inarticulirte Sprache in die viel gegliederte und gelenkigere übergeht.

Alle Mitbewegungen unterscheiden sich von den reflectirten (oder unwillkührlichen im obigen Sinne) wesentlich dadurch, daß bei den ersteren

---

[1]) Müller, Physiologie. Bd. II.

stets Eine Bewegung gewollt ist, neben welcher eine Reihe nicht gewollter zugleich auftritt, daß somit die Erregung eines motorischen Nerven anderen motorischen durch die graue Substanz übertragen wird. Bei den letzteren dagegen ist keine gewollt, sondern alle sind das Resultat des Aufeinanderwirkens sensiver und motorischer Fasern durch die graue Substanz.

Die Mitbewegungen beschränken sich ferner nur auf gleichwirkende, nie in ihrer Wirkung entgegengesetzte Muskelgruppen, sie sind daher mit den gewollten Bewegungen correspondirend. Reflectirte dagegen können unter jeder Form ganz ohne allen Bezug auf den Willen angeregt werden, je nach der Stelle, an welcher der Uebergang der Erregung von sensitiven auf motorische Fasern stattfindet. Es wird sich daher jedesmal die Mitbewegung leicht von der reflectirten, ebenso auch von der willkührlichen unterscheiden lassen, welche eben nicht durch einen vorliegenden Mechanismus erzeugt wird, sondern durch Herkommen und Sitte sanctionirt ist. Denn die Gesetze des Umgangs und äußeren Benehmens rechnet gewiß jeder zu denjenigen, welche sich aus der ganzen Entwicklung der verschiedenen Nationen, je nach Zeit und Land auf verschiedene, nicht von der Natur geforderte Weise geltend gemacht haben, welche aber allerdings dann erst »wenn sie so in dem Einzelnen die Herrschaft gewonnen haben, daß ihre Ausübung wie unbewußt auftritt, in den Bewegungen diejenige Anmuth erzeugen, welche dem wahren Anstand aufgeprägt ist« (Lotze).

Wissen wir nun, daß Uebung und Gewohnheit, (also ursprünglich immer der Wille) es war, welche aus jenen Massen von einzelnen Muskeln, den äußeren Einflüssen entsprechend, den Organismus zwingt, jene letzteren isolirt in bestimmter Weise zu contrahiren, so ergiebt sich von selbst, daß in allen jenen Momenten, in welchen der regulirende Willenseinfluß auf längere oder kürzere Zeit beeinträchtigt ist, jene größeren Gruppen in Bewegung gerathen, wie dies früher im Kindesalter oder auf der Stufe geringerer Cultur gefunden wird. Bedenken wir, daß nicht durch jeden mächtigen Einfluß sogleich und immer der Wille ganz aufgehoben ist, daß zur Erzeugung von Mitbewegungen immer noch ein Rest desselben vorhanden sein muß, so wird uns klar, daß in den weniger intensiv auftretenden Affecten und in vielen anderen Seelenzuständen, wo gleiche Bedingungen gegeben sind, wie in der Hastigkeit, Verlegenheit, Unentschlossenheit rc., Mitbewegungen zuerst eintreten müssen; Reflexbewegungen (unwillkührliche im obigen Sinn) dagegen dem Augenblick angehören, in welchem der Willenseinfluß auf die entsprechenden motorischen Centra aufgehoben ist. Starke und schwache Affecte werden sich demnach nicht allein in Beziehung auf Intensität, sondern auch auf den Grund der Bewegung (als unwillkührliche oder als Mitbewegung kenntlich) unterscheiden.

Daß in einzelnen Affecten Mitbewegungen und unwillkührliche zugleich in verschiedenen Partien des Muskelsystems auftreten können, und wirklich auch auftreten, negirt das Vorhergehende nicht; denn es sind ja Fälle denkbar, in denen der Wille theilweise so gelähmt ist, daß einzelne Theile des Muskelapparats oder vielmehr deren Nervenbereich demselben noch unterthan sind, andere dagegen nicht.

So finden wir in den den äußeren Eindrücken folgenden Mienen und Gesten unzweideutige Kriterien für die individuelle und momentane Macht oder Ohnmacht des Willens. Wir erkennen in den linkischen und weil zwecklos, darum lächerlichen Bewegungen die letztere in der Verlegenheit, in der Furcht das geringe Selbstvertrauen, während die Bestimmtheit

im Benehmen die fortwährend bewußte Thätigkeit der motorischen Centra in allen Situationen, den festen unerschütterlichen Charakter erkennen läßt. Es erlaubte uns also die Belauschung der Mitbewegungen Schlüsse auf die Willensenergie, den Charakter, kurz die psychische Individualität, so wie auf den Grad der individuellen Bildung.

Doch auch an der geringeren oder größeren Ausbreitung von Contractionen im Muskelsystem haben wir einen Maaßstab für die größere oder geringere Einwirkung äußerer Einflüsse auf die motorischen Centra.

Je intensiver die Erregung, um so ausgedehnter ist die Mittheilung der Erregung auf die dem ursprünglich erregten Centraltheil zunächst gelegenen Theile. Der Uebergangspunkt des affectiven Impulses in eine Affectäußerung liegt im motorium commune. Bei der höchsten Intensität des Impulses wird dieses in seiner ganzen Masse mit einemmal ganz gleich gereizt. Dadurch halten sich die Antagonisten momentan vollkommen das Gleichgewicht, und jene heftige Erschütterung bewirkt ein momentanes Erstarren. Die Contraction, in welcher die Muskeln eben begriffen sind, wird gleichzeitig verstärkt mit der ihrer Antagonisten, und so entsteht eine plötzliche Ruhe, ein augenblicklicher Zustand der Katalepsie, wobei jedoch häufig das anatomische Uebergewicht der Flexoren eine Bewegung im Sinn dieser Muskelgruppe hervorruft (das »Zusammenfahren«). Hätte nun jeder Affect je nach seiner Qualität gleichsam nur verschiedene Provinzen zu seiner Disposition, so sähe man nicht ein, warum nicht, wenn der eine bestimmte Affect seinen Culminationspunkt erreicht hätte, gerade die eben nur seiner Qualität zugehörige Muskelprovinz vorwiegend intensiv contrahirt wird. Da es also dem Affect an sich ganz einerlei ist, welche Muskeln er contrahirt, so haben wir zu suchen, woher es kommt, daß bei dem, was man Steigerung des Affects nennt, verschiedene Muskelgruppen hinter einander in Thätigkeit gerathen, und ob in den verschiedensten Affecten dieselbe Succession der Erregung vielleicht in einer bestimmten Richtung auftritt. Irgend wo muß der geistige Impuls gleichsam überspringen auf das motorische Centrum. Da nun eben im Affect die rein mechanischen Verhältnisse vorwaltend eingreifen, so ist es erlaubt uns zu denken, daß dieser Impuls zunächst vom centrum auxiliare übergeht auf das motorium commune, und dort bei jedem Affect einen Punkt zuerst trifft. Dieser Punkt scheint nur derjenige zu sein, welcher mit den obersten motorischen Nerven zusammenhängt. Von jener Ursprungsquelle motorischer Reaction aus muß sich die Intensität des Impulses proportional ausbreiten, und diese Ausbreitung erfolgt dann ohne weiteres Zuthun einer bestimmten Qualität des Affectes nach rein mechanischen Gesetzen von oben nach unten. Auch hierbei berufe ich mich auf die bekannten Thatsachen, welche die Experimentalphysiologie uns an die Hand giebt, welche uns zeigt, wie nach Reizung des entblößten Rückenmarks mit dem intensiveren Eingriff auf ein und dieselbe Stelle in der Richtung von oben nach unten immer mehr und mehr Muskeln und Muskelgruppen contrahirt werden. Sogleich will ich erwähnen, daß es Bedingungen giebt, welche eine scheinbare Abweichung von diesem Gesetz hervorrufen, welche aber eine Erklärung durch weitere Gesetze zulassen, ohne daß wir gezwungen sind, jenes nicht anzuerkennen.

Ob diese Auffassung richtig ist, möge das Folgende entscheiden. Wir sahen oben, daß die Augen durch ihre Beweglichkeit, durch die große Menge ihrer Muskeln, welche sich um diese Punkte concentriren, einen der wichtigsten und vollständigsten Apparate unserer Mienensprache ausmachen. Unmög-

lich kann der Umstand, daß ihnen eine solche Menge von Muskeln zu Gebote steht, der alleinige Grund sein, daß wir uns derselben so häufig zu mimischen Zwecken bedienen. Es giebt Theile des Körpers, welche noch mehr, viele, welche wenigstens ebenso viele Muskeln besitzen. Warum rotiren wir nicht statt des Auges ebenso gut den femur oder humerus? warum wenden wir überhaupt Gesten zur Kundgebung unserer inneren Erregungen weniger häufig an als Mienen.

Man wird dies nicht auf die Bequemlichkeit, nicht auf die größeren mechanischen Widerstände schieben wollen, da es uns im gesunden Zustand in Beziehung auf Anstrengung so ziemlich einerlei ist, ob wir Arm- oder Augenmuskeln contrahiren.

Der oberste Bewegungsnerv ist der n. oculomotorius. Wie der Wille bei vorgeschrittener geistigen Entwicklung diese oder jene Theile überspringen kann, bald die letzten Nervenwurzeln im verlängerten Mark, bald im Rückenmark, bald wieder die Hirnnerven erregt, gehört nicht hieher. Wir wissen, daß die geistigen Functionen nach und nach des Organismus sich bedienen lernen, wir wissen aus der Begriffsbestimmung der Mitbewegungen, wie erst nach und nach diese ursprünglich geltenden Gesetze der gleichzeitigen Erregung durch den Willen bezwungen und eliminirt werden können, und dürfen daraus mit vollem Recht schließen, daß auch das Gesetz der successiven Erregung das frühere erst nach und nach modificirte der Nervenphysik ist.

Jede Erregung wird demnach, mag sie nun die ganze Masse der motorischen Nervencentra oder nur einen Theil derselben durchlaufen, stets zuerst auf den oculomotorius treffen. Daher werden am häufigsten Contractionen in den Augenmuskeln entstehen und in ihnen nach dem überall auftretenden (freilich noch etwas dunklen) Erfolg der Uebung und Gewohnheit die größte Beweglichkeit erzeugen, so daß dann später die Willensthätigkeit selbst am häufigsten diese Mittel benützt, psychische Erregungen kund zu geben. In jedem solchen Fall vollends, in welchem der Willenseinfluß beeinträchtigt ist, tritt dasselbe Verhältniß ein, wie in den früheren Zuständen der mehr unentwickelten Individualität, so daß je nach der Intensität des Impulses die Erregung von oben nach unten fortschreitend in den Wurzeln des oculomotorius beginnt. Daher also kommt es, daß die leisesten Erregungen, welche vom Geist her das Centrum treffen, sich zuerst in dem Blick, der Bewegung und Stellung des Augapfels absichtlich manifestiren; daher kommt es, daß wir so oft durch unsern Blick, ohne es zu wollen, die geheimsten Vorgänge in unserem Geist verrathen; daher kommt es, daß in der Mimik das Auge die erste Rolle übernimmt.

So trifft also die Erregung vom Gehirn zunächst auf den oculomotorius und den in seiner Nähe entspringenden trochlearis.

Um sie zu erregen, reicht schon ein ganz geringer Impuls des Centralorgans hin; ist dieser größer, so trifft er auf die Wurzeln der motorischen Portion des trigeminus, es entstehen in dessen Folge die Bewegungen der Kaumuskeln. Welche Rolle diese in den Affecten spielen, in welchen der Wille noch um die Oberherrschaft kämpft, sehen wir in dem Bilde des »verbissenen« Grimms, des Zorns, der dem Fortschritt der Erregung bis zu den Wurzeln des facialis Einhalt thut, während er dem crotaphitico-buccinatorius freien Spielraum der Reflexthätigkeit gewährt.

Dann aber durchwühlt der gesteigerte Affect die Muskeln des Gesichts, indem der facialis die eigentlichen sogenannten physiognomischen Muskeln

contrahirt. Es runzelt sich die Stirnhaut, die Nasenflügel werden gehoben und um den Mund beginnt das Spiel, dessen wechselnder Ausdruck je nach der Art des Affects durch die Menge von Muskeln, die er besitzt, möglich wird.

Endlich verbreitet sich die Erregung auf das Centrum der Athembewegung, die Respiration weicht vom normalen Rhythmus ab und mit ihr zugleich verändert sich durch den Einfluß des sympathicus, der in beschränkterer Ausdehnung früher vielleicht schon Veränderungen in dem Tonus der Gefäßhaut, Erröthen oder Erblassen erzeugt hat, der Rhythmus der Herzbewegung.

Bei mächtigen Einwirkungen auf unsere Centralorgane tritt plötzlich eine Bewegung, die unserer Willkühr, unserer Beobachtung, sonst entzogen ist, ins Bewußtsein. So oft auch in dem Theil des Muskelapparats, den wir willkührlich zu bewegen gewohnt sind, unwillkührliche Bewegungen eintreten, so werden uns diese nie so auffallen, als die Contractionen des Herzens, die wir sonst ohne Kenntniß der Nervenvertheilung für unabhängig vom Willenseinfluß halten. Nach einem momentanen Stillstand durch die Erregung des vagus fühlen wir diese auf das Heftigste (durch die Wirkung des sympathicus bei nachlassender Wirkung des vagus) eintreten, wenn irgend ein Gedanke mit größerer Intensität auftritt. Sei er auch noch so flüchtig und vorübergehend, so wird er nachhaltige Spuren gleichsam in den Contractionen des Herzens zurücklassen, die nach der Wirkungsweise des sympathicus über den momentanen Impuls hinaus fortdauern. Da vermuthet der Mensch in diesem Organ den Sitz einer Macht, eines Wesens, das dem seines Geistes entgegen steht, er verlegt in das Herz den Sitz des Gefühls, den Sitz des Gewissens. Er ahnt einen Richter seiner geheimsten Gedanken, wenn die nachklingenden Schläge des Herzens immer von Neuem wieder denjenigen Gedanken hervorrufen, bei dem sie zuerst eingetreten waren; wenn dieser immer neue und neue Ideenassociationen hervorruft und den erst entstandenen in seinem Verhältniß zu den übrigen, durch Erziehung und Bildung ihm geläufigen ethischen Vorstellungen allmählig klarer hinstellt und so allmählig die Harmonie mit denselben in Beziehung auf die Grundwerthe seiner geistigen Thätigkeit zurückführt. Bei dieser verstärkten Action des Herzens füllen sich die Lungen mit mehr Blut und erhöhen das Bedürfniß nach Luft, wodurch noch außerdem die Athembewegung forcirter wird, theils primär, theils durch Reflex von der medullu oblongata aus. So durchläuft der Impuls von den Hemisphären die Reihe der Gehirnnerven, und gelangt zum verlängerten Mark, während gleichzeitig der sympathicus mit seinem vasomotorischen Einfluß das Gefäßsystem in seiner Thätigkeit verändert. Endlich, wenn die Macht des Willens noch mehr getrübt wird, dann fallen auch die Nerven des Rückenmarks dem Spiel der unwillkührlichen Bewegung anheim, und der Rest willkührlicher Bewegung ist in eine Reihe zugleich auftretender Mitbewegungen gehüllt. Arme und Füße gerathen in lebhafte Bewegung, und das Zerrbild der Leidenschaft, wie des ungebändigten Strebens, giebt sich in den Gesticulationen kund, die dann zugleich wieder jene niedrige Stufe der Bildung und Cultur, oder der Entwicklung verrathen, wie sie das Kind oder der Wilde zeigen, von welchen letzteren Reisende uns häufig erzählen, daß alle ihre Gefühle, auch diejenigen, welche bei uns sich niemals auf die motorischen Nerven der Extremitäten erstrecken, in lebhaften uns lächerlichen Gesticulationen-Luft machen.

So verräth also nicht allein die Intensität einer Miene oder Geste den Grad

des Affects, sondern auch die Ausdehnung der Bewegung überhaupt steht in geradem Verhältniß zu den inneren Vorgängen, die mit Macht den Geist gefangen nehmen, dem im Organismus vorliegenden Mechanismus freien automatischen Spielraum gewähren und den Menschen als seiner höchsten Veredlung und seiner Willensfreiheit beraubt erkennen lassen. Daher eben jene Verabscheuung aller der Ausbrüche roher Wuth, wahnsinniger Verzweiflung, wie sie auf dem Culminationspunkt des Zorns, oder des Schmerzes auftreten. Der Gang der bisherigen Untersuchung führte uns zuerst auf den Grund und die Schnelligkeit, mit der die motorischen Nerven auf äußere Einflüsse durch Vermittlung der Centralorgane wirken, woraus uns die Bilder der verschiedenen Temperamente erwuchsen.

Von diesen mehr stereotypen Abdrücken geistiger Constitutionen fanden wir den Uebergang zu den vorübergehenden Zuständen, zu den Schwankungen im Leben des Geistes, welche auf- und niedersteigend, bald die Energie des Gehirns und Rückenmarks erhöhen, bald vermindern; wir fanden die Quellen der Bewegungen, als Ausdrücke der Affecte, begründet zunächst in dem Kampf der zugeleiteten Einflüsse mit der Willensthätigkeit des Menschen, in Folge dessen unwillkührliche und Mitbewegungen ihr automatisches Spiel, je nach der Intensität der Affecte, in beschränkterem oder ausgedehnterem Grade beginnen.

Endlich kehren wir wieder, einen Augenblick das flüchtige Bild der Affecte fesselnd, zurück zu der Betrachtung der sie begleitenden Physiognomien (in weiterem Sinn des Worts) und suchen den Grund, warum gerade in diesem oder jenem Affect diese oder jene Muskelgruppe contrahirt werden muß, warum diesem Affect gerade dieser, jenem jener leibliche Abdruck bei allen Völkern und zu allen Zeiten eigenthümlich ist.

Wie im Allgemeinen dieser Grad der Muskelcontraction von der inneren Energie auf der einen, von der Intensität des Impulses auf der anderen Seite von den verschiedenen Affecten abhängt, ist bereits oben gezeigt worden; warum aber in der Freude diese, im Schmerz jene Fasern ein und desselben Nerven, des facialis z. B. wirken, warum hier die Respiration so, dort so (Lachen, Seufzen) verändert ist, warum endlich die Thränendrüse unter so verschiedenen Einflüssen reichlicher secernirt, davon muß sich der Grund annährungsweise finden lassen.

Die physiologische Basis, von der ausgegangen werden muß, bildet 1) die für jeden Affect gültigen Erregungsgrade der verschiedenen Nerven unter einander, 2) die Aufeinanderwirkung der Antagonisten, endlich 3) die zu bewegenden Massen, also die mechanischen oder Hebelkräfte der einzelnen Muskeln und ihr Verhältniß zu dem jedesmaligen Erregungszustand der entsprechenden Nerven. —

Da wir bisher nur immer, consequent dem Thema, das wir zunächst behandeln, die Aeußerungen der Affecte, nicht ihre psychologischen Prämissen und Folgewirkungen betrachteten, diese Aeußerung aber eben nur in Folge einer theilweisen oder vollständigen Aufhebung des selbstbewußten Willens auftreten kann, so liegen außerhalb unseres Gebiets, wie schon mehrmals erwähnt, alle jene willkührlichen Mienen und Gesten, die aus keiner organischen Quelle unmittelbar entsprungen sind. Alle die Veränderungen des mittleren Contractionsmaaßes der physiognomischen Muskeln sind daher entweder unwillkührliche oder Mitbewegungen. Vor allem ist daher die Gränze zwischen ihnen und den willkührlichen und zwischen ihnen selbst für die einzelnen Affecte aufzusuchen. So viel ist aber gewiß, daß in dem Maaß, als

die willkührlichen Bewegungen verschwinden, zugleich auch die Mitbewegungen den unwillkührlichen Platz machen. Ferner ist gezeigt worden, daß die Affecte auf die Erhöhung oder Herabstimmung des normalen Tonus einwirken.

Betrachten wir nun mit diesem gewonnenen Resultate zunächst übersichtlich das Gebiet der Muskelgruppen (vgl. Valentin's Physiol. Bd. II. S. 674) die hier in Betracht kommen:

nerv. facialis.	Dem frontalis	steht antagonistisch gegenüber der	occipitalis.
	Der oberen Portion des inneren orbicul. oculi	» » » »	levator palp. infer. (n. oculomotor.)
	Der oberen Portion des äußeren orbicul. oculi	» » » »	frontalis.

(nerv. oculomotorius.)

Dem rectus superior	steht antagonistisch gegenüber der	rectus inferior.
» externus (n. abducens)	» » » »	rectus internus.
» obliquus super.	» » » »	obliquus infer.

(nerv. facialis)

Dem levator labii superior. alaeque nasi » levator labii superior. propr.	steht antagonistisch gegenüber der	orbicularis oris.
» zygomatic. minor et major	» » » »	depressor anguli oris.
» levator anguli oris	» » » »	risorius santorini.
» levator menti	» » » »	depressor labii inferioris.
» buccinator	» » » »	orbicularis oris.
» masseter » temporalis	antagonistisch wirkt hier die Schwere des Unterkiefers und bei Fixation des Zungenbeins der biventer maxillae inferioris.	
» pterygoideus internus	»	pterygoideus externus.

So wenig man auch die Muskeln, welche die Respiration besorgen, zu den mimischen rechnet, so sind dieselben doch ebenfalls hier zusammenzustellen, um eine Totalübersicht über die gegenseitigen Antagonisten, noch mehr die verschiedenen Nerven zu gewinnen, deren Erregung von demselben Centralorgan ausgeht, von dem die der Physiognomie ihren Impuls bekommen, von welchem gleichzeitig mit den wechselnden Mienen die Veränderungen in dem Modus und Rhythmus der Respiration hervorgerufen werden, wie früher angedeutet wurde.

Inspiratores	deren Nerven.	Exspiratores	deren Nerven.
A. ruhige Inspiration		(Vorausgesetzt die Stimmritze ist offen!)	
diaphragma.	n. phrenicus. n. lumbal. n. intercostal.	Die ruhige Exspiration geschieht fast ohne alle Muskelcontraction bei forcirter Exspiration.	
scaleni.	n. cervicales.		
levatores costarum breves et longi	n. intercost. lumb.	obliquus abdom. externus. obliquus abdom. internus. transversus abdominis.	X. Brustwirbelnerv.
intercostales		rectus abdominis.	
infracostales		pyramidalis.	XII. Brustwirbelnerv.

Inspiratores	deren Nerven
B. forcirte Inspiration.	
serratus posticus super. / „ „ infer.	II. Brustwirbelnerv.
serratus anticus major	V. u. VI. Brustwirbelnerv.
(Bei Fixation des Schulterblattes durch den m. cucullaris, rhomboideus major et minor und levator anguli scapulae).	
pectoralis minor.	Plexus brachialis.
sternocleidomastoideus (Bei fixirtem Kopf).	II. u. III. Halsnerv.
cervicalis descendens	IV. Halsnerv.

Alle forcirten Inspirationsbewegungen setzen eine Fixation des Kopfes und der Wirbelsäule voraus; daher bei der heftigsten Inspiration Krümmung der Wirbelsäule nach hinten, Rückwärtswerfen des Kopfes, Emporziehen der Schulterblätter. —

Zuerst suchen wir im Bereich eines Nerven alle möglichen Combinationen der gleichzeitigen Erregungszustände seiner Primitivfasern auf und betrachten deren Effecte im Muskelsystem, dann combiniren wir diesen mit dem nächst folgenden u. s. w., wobei natürlich je tiefer herab die Erregungsarten sich immer um größere Nervenmassen gruppiren, dann endlich sehen wir, ob die einzelnen Combinationen vielleicht mit Beobachtungen an dem physiognomischen Apparat zusammenstimmen; ob diese alle, oder nur einzelne, wie wir sie hier als theoretisch möglich hinstellen, auch in der Wirklichkeit bei verschiedenen Affecten oder Seelenzuständen überhaupt eintreten oder nicht.

I. Nervenbereich.

1) Der n. occulomotorius.		2) n. abducens.	3) n. trochlearis.
Muskelbereich:		Muskelbereich:	
Oberer Ast.	Unterer Ast.	m. rectus externus.	m. obliquus superior.
levator palpebrae superioris, rectus superior.	obliquus inferior. rectus inferior. rectus internus.		

Die einzelnen Zweige des oberen Astes werden wohl schwerlich je einer verschiedenen intensiven Erregungsform zu gleicher Zeit ausgesetzt sein können. Ihre Effecte in den von ihnen versorgten Muskeln greifen zu sehr in einander, als daß jemals der eine von ihnen sich sehr stark contrahiren könnte, während der andere ruhte. Nur mit Anstrengung können wir das Augenlied geschlossen lassen, während wir den rectus super. heftig contrahiren. Wir können somit die gleiche Form der Erregung auf die Zweige des oberen Astes wirken lassen, während gleichzeitig bei dem unteren Ast die einzelnen Zweige durch verschiedene Erregungsformen ihre entsprechenden Muskeln zur Contraction bestimmen können.

Wenn aber der obere Ast durch den Willen seine Muskeln contrahirt, so kann der Zweig des unteren Astes nicht zugleich Mitbewegung erneuern, da er antagonistische Wirkung hervorruft; also kann der rectus inferior niemals in Folge einer Mitbewegung durch die willkührliche Contraction des rectus superior contrahirt werden. Anders verhält es sich mit den Fasern des rectus internus, bei dessen Mitbewegung jedoch stets die Wirkung des rectus superior prädominiren wird, wie ebenfalls aus dem Begriff der Mitbewegung hervorgeht.

Daß unwillkührliche Bewegungen durch den unteren Ast auftreten können, während der obere durch den Willen einen Impuls bekommt, der jedoch schwächer ist als der unwillkührlich erzeugte, dürfte nach Analogie in anderen Muskelgruppen geschlossen werden können, an denen wir häufig genug beob-

achten können, wie trotz einer intendirten Bewegung unwillkührlich die entgegengesetzte zu Stande kommt, wovon der Grund entweder in einer Schwäche des Willens, oder gesteigerten Heftigkeit des Impulses irgend einer Art zu suchen ist.

Daß endlich gleichzeitig mit dem n. abducens der ganze oculomotorius unwillkührliche Bewegungen erzeugen kann, bestätigt sich an der Beobachtung des starren, unwillkührlich fixirenden Blickes. Oft aber wandert die Erregung, die nicht mehr vom Willen beherrscht wird, von einem Zweig zum anderen und es gewinnt das Gesetz der Periodicität der Nervenströmung die Oberhand, es rollt das Auge ohne irgend einen Gegenstand zu fixiren in der orbita hin und her.

Eigenthümlich ist das Verhältniß der oculomotorii beiderseits, so wie das der letzteren zum abducens. Hier ist nämlich aller Wahrscheinlichkeit nach schon in der Organisation der Ursprünge der n. oculomotorii eine Mitbewegung der entsprechenden Zweige von Anfang an bedingt, so daß weder willkührlich noch unwillkührlich jemals das eine Auge nach oben gestellt werden kann, während das andere nach unten steht. Indem aber die correspondirenden Zweige des oculomotorius stets die Tendenz zur Mitbewegung zeigen, wird eine gleichzeitige Stellung der beiden Augen nach oben, oder nach unten, oder nach innen möglich (Müller's Physiol. II. S. 85 ꝛc.). Gerade das Entgegengesetzte findet beim abducens statt. Die beiden abducentes stehen in einem solchen Verhältniß, daß die Erregung des einen den anderen nicht allein nicht erregt, sondern vielmehr bei einer gewissen Stärke der Erregung des einen die des anderen von einem gewissen Punkt an ausschließt, nämlich dann, wenn die Sehaxen parallel gestellt werden, so daß keine Divergenz beider Augen jemals möglich wird. Der n. trochlearis, welcher sich in demselben Verhältniß befindet, wie der n. abducens., wird also niemals gleichzeitig die beiden m. obliqui super. zur Contraction bestimmen können.

Außerdem ist aber noch zu erwähnen, daß bei der Erregung der correspondirenden Zweige des oculomotorius auch in der Iris Mitbewegungen entstehen, so daß sie in diesem Falle sich contrahirt, während sie im relativen Ruhezustand derselben sich erweitert.

So wichtig auch diese Thatsachen für die Lehre der Bewegung und vom Sehen ist, so mußte sie für unseren Zweck darum nach Müller's Auseinandersetzung (a. a. O.) erwähnt werden, um das Gebiet unserer Untersuchung mehr zu beschränken als zu erweitern. Denn es handelt sich hier um eine angeborne, also in der Organisation begründete Mitbewegung und nicht um eine solche, die sich aus der Nebeneinanderlegung der Fasern und dem bald erfolgenden, bald nichterfolgenden Ueberspringen der Erregung von einer Nervenfaser auf die andere erklärt, um eine Bewegung, welche nicht als Wahrzeichen irgend eines psychischen Vorgangs, sondern einer organischen Verkettung der betreffenden Fasern angesehen werden muß.

Doch bedarf noch die Wirkung des obliquus superior einer Erwähnung. Nach Bell (Untersuchung des Nervensystems S. 153) und Müller (Physiolog. II. S. 87) rollt dieser Muskel das Auge nach unten und etwas nach außen, verstärkt also die Wirkung des abducens. Nach Valentin dagegen (Valent. Physiolog. d. Menschen II. S. 330) entsteht eine Raddrehung der cornea ohne allen physiognomischen Effect. Indem ich hier nicht zu entscheiden wage, glaube ich doch den physiognomischen Werth dieses Nerven als eines bloßen Hülfsnerven des abducens (nach erster Ansicht) sehr ge-

ring anschlagen zu dürfen, jedenfalls aber mich hüten zu müssen, irgend welche Schlüsse von psychischen Erregungen auf die Erregung seiner Fasern machen zu wollen.

Nach der Menge der Muskeln, nach der verschiedenen Ursache, durch welche sie von ihren Nerven her zur Contraction bestimmt werden können, werden also, wie früher schon erwähnt, mänchfache Vorgänge im Leben der Vorstellungen sich hier reflectiren können und theils willkührlich, theils unwillkührlich um so schneller, als die Ursprünge dieser Bewegungsnerven so nahe dem obersten Punkt des Centrums gelegen sind. In diesem Muskelbereich, wie in jedem andern, sind also auch wieder vier Stufen zu unterscheiden: von der halbbewußten energischen Willensäußerung der momentan oder länger andauernden, partiellen oder totalen Aufhebung des Willenseinflusses bis herab zu dem vollkommnen Erlöschen der Nerventhätigkeit. Außerdem können aber diese einzelnen Formen der Erregung mit einander schnell wechseln, und aus diesem Wechsel wieder auf einen Kampf der verschiedenen, ihnen zu Grunde liegenden Vorstellungen Rückschlüsse erlauben. Die Stellung, welche wir willkührlich dem bulbus geben, so oft es sich darum handelt, die eigene Persönlichkeit einer anderen gegenüber zu stellen, so oft es sich darum handelt, einem Object, einer Handlung gegenüber, die eigene Ueberzeugung geltend zu machen, wird bei der verschiedensten Veranlassung, selbst wenn die Willensenergie in diesem Augenblick nicht so stark ist, um so leichter wiederkehren, je häufiger eben solche Momente eingetreten waren, welche energische Willensthätigkeit hervorgerufen und eine gewisse, feste Stellung des bulbus zur Folge hatten.

Jene willkührliche Stellung des Augapfels die nur deswegen leichter wiederkehrt, weil sie öfter schon aufgetreten ist, diese angewöhnte Bewegung ist daher noch zu unterscheiden von der unwillkührlichen oder Mitbewegung. Sie kann bei den verschiedenen Individualitäten verschieden sein, deswegen der Rückschluß von ihr auf den psychischen Vorgang unklarer, so daß ein und derselbe Blick, der uns im ersten Augenblick für oder gegen eine Individualität einnahm, dadurch später den entgegengesetzten Eindruck machen kann, wenn wir die Individualität überhaupt erst aus einer Menge anderer Erfahrungen haben kennen gelernt.

Nicht immer ist der Blick des Spottes, des Stolzes, der Demuth bei allen Menschen gleich; die wahre Bedeutung eines solchen Blickes lernen wir erst nach und nach kennen, wenn wir den ganzen Charakter aus der Summe einer größeren Reihe von Handlungen, Mienen und Gesten kennen gelernt haben. Richtigere Schlüsse können wir aber ziehen, wenn Affecte bereits so intensiv auftreten, daß sie den Willenseinfluß bedeutend gehemmt oder vernichtet haben, wenn unwillkührliche oder Mitbewegungen am Auge unverkennbar sind.

Im ersten Fall sind alle Augenmuskeln krampfhaft contrahirt; daher ein unbeweglicher stierer Blick, Ueberfüllung der Capillargefäße mit Blut, in Folge des gehemmten Rückschrittes in die Venen, deren secundäre Folge größere Exhalation in die Augenkammer, Turgescenz der cornea und dadurch veränderte Reflexion der Lichtstrahlen, das sogenannte Funkeln des Blickes.

Diese Reihe von Erscheinungen kann an dem Auge längere oder kürzere Zeit andauern; sie kann von einer anderen entweder zeitweilig unterbrochen werden, oder endlich in diese letztere allmälig ganz übergehen. Die Unterbrechung kann Folge intercurrirender bewußter Willensthätigkeit, oder Folge intercurrirender Lähmung der Nerven sein. Sie kann untergehen durch die

allmälige Rückkehr der Willensenergie, oder kann untergehen durch die vollständige Erschlaffung (Lähmung) der Nerventhätigkeit.

Jeder dieser Uebergänge kann aber gebildet werden, entweder durch willkührliche Bewegungen in allen Muskeln des Auges, oder in einzelnen, während in anderer noch Mitbewegungen wegen des geringeren Grads der Willensthätigkeit auftreten, oder durch Erscheinungen, die sich aus dem Kampf der willkührlichen mit den unwillkührlichen Bewegungen erklären lassen.

Ist die Unterbrechung Folge intercurrirender bewußter Willensthätigkeit; so blitzt momentan das Auge auf, es wird das Auge stier, um im nächsten Augenblick einer ruhigeren berechneten Bewegung Platz zu machen, die je nach der Situation und je nach der Individualität von ganz verschiedener Art sein kann, die aber eben dadurch, daß sie harmonisch ist, mit der ethischen oder ästhetischen Anforderung der Bildungsclasse, welcher das Individuum angehört, als mit selbstbewußtem Willen ausgeführt sich zeigt. —

Ist dagegen die Unterbrechung Folge intercurrirender Lähmung der Nerven, so wird die Erscheinung eine andere werden. — Die Lähmung ist hier Folge der Ueberreizung im motorischen Theil des Nervensystems; ist Relaxation der Muskeln unter dem normalen, mittleren Contractionszustand (Tonus). Sie wird am Auge gerade den entgegengesetzten Effect, nämlich Erschlaffung der Augenmuskeln bewirken, so daß bei dem Nachklingen der Erregung die Antagonisten keinen Widerstand zeigen, und das Auge ohne Zweck und ohne erkennbare Tendenz in der orbita hin und her rollt. Mit diesem Hin- und Herrollen verändert sich aber jeden Augenblick die Stellung der Augenaxen und damit das Accomodationsvermögen für nahe oder ferne Gegenstände, und es entsteht auf diese Weise der Schwindel, das Vergehen des Gesichtes in bestimmten Graden des Affects.

Dann aber kann die erste Symptomenreihe, die wir aufgestellt haben, allmälig verschwinden und einer anderen Platz machen, bei welcher die Willensenergie allmälig zurückkehrt. Wo dies aber geschieht, kann der Uebergang nur gebildet werden durch Mitbewegungen.

Mitbewegungen sind aber hier nur in folgender Combination möglich, nämlich 1) im levator palpebr. superioris und rectus superior allein, oder im rectus superior und rectus internus und obliquus superior. 2) im rectus superior und rectus externus und obliquus inferior. 3) im rectus inferior und rectus externus, oder obliquus superior, oder rectus inferior und rectus internus, oder obliquus inferior. Natürlich abgesehen von jener oben erwähnten angebornen Mitbewegung an den Zweigen der oculomotorii in beiden Augen und dem Ausschließungsvermögen der Thätigkeit des trochlearis und abducens, denn wir zergliedern hier nur die Vorgänge in einem Auge.

Indem nämlich hier, wie überall, wo Mitbewegungen auftreten, die Masse der Muskeln, die sich contrahiren, größer ist als die Masse, die deren Contraction beabsichtigt, alle hier in Betracht kommenden Muskeln aber sich an dem einen beweglichen Punkt des bulbus ansetzen, so folgt erstens, daß jedesmal der Effect der Drehbewegung des Auges, welche gemacht wird, größer ist, als die gewollte, daß also, wenn der selbstbewußte Wille zurückkehrt, ehe er wieder vollkommen eintritt, noch eine excessive Thätigkeit der Muskeln entstehen muß, die noch nicht vollkommen harmonirt mit den Situationen und dem vollkommenen klaren Selbstbewußtsein bei ruhiger Stimmung. So wird der trochlearis dem einen Zweig des n. oculomotorius, der zum rectus externus geht, seinen Erregungszustand mittheilen, wenn er

unter den vorausgesetzten Bedingungen willkührlich zur Contraction bestimmt wird, und der Erfolg wird größer sein als der gewollte in Beziehung auf die Stellung des Auges **nach außen**. Da aber unter verschiedenen Winkeln die Muskeln an den bulbus treten und in denjenigen, welche keine eigentlichen Antagonisten sind, bei ihren verschiedenen Ansatzpunkten noch Mitbewegungen auftreten können, so wird dieser gewollte Effect so weit verändert, als die Stellung des Auges einer Diagonalbewegung unterworfen ist, die aus der Intensität und dem Ansatzpunkt des willkührlich bewegten und mitbewegten Muskels resultirt.

Weil aber die Mitbewegung voraussetzt, daß sie schwächer ist als die intendirte, so wird jeder Zeit die vorwiegende Richtung von der letzteren herrühren. Welche von beiden die willkührliche ist, wird auch außerdem sich noch deuten lassen, wenn man als ersten Grund der Willensthätigkeit annimmt, daß sie den Verhältnissen angemessen ist und in Harmonie mit den individuellen Ansichten steht.

Ferner werden bei ursprünglicher Erregung des n. oculomotorius Mitbewegungen (so weit möglich) im Bereich dieses Nerven früher eintreten, als in dem des trochlearis und noch mehr des abducens. Daher so häufig der Uebergang von dem stieren Blick in den Blick nach oben, oder innen und unten, seltener nach außen und oben. Wird der abducens mit erregt, so findet dies selten ohne gleichzeitige Erregung der kleinen Portion des trigeminus oder des facialis Statt.

Da hier die willkührliche Bewegung die Richtung gebende für ein Auge ist, welche je nach der gleichzeitig auftretenden Mitbewegung in anderen Augenmuskeln modificirt wird, da aber ferner immer, außer in den gleichnamigen Muskeln, die vom oculomotorius versorgt werden, die entgegengesetzte Bewegung in dem anderen Auge entsteht: also etwa rechts, Bewegung nach außen und oben, links nach innen und oben rc., so fragt sich, in welchem Auge wird willkührlich eine Bewegung erzeugt, die eine Mitbewegung in demselben und entgegengesetzt im anderen Auge hervorruft.

Auch hier wird wieder die Bewegung des Auges, die der Situation und Individualität am meisten entspricht, die ursprüngliche sein, welcher die anderen Bewegungen organisch, oder übertragen folgen. — Wo daher der selbstbewußte Wille zum größeren oder geringeren Theil noch nicht unterdrückt ist, wird die Deutung immer schwieriger und die **richtige** Deutung von der Beobachtungsgabe des Anderen abhängen, der in jedem Augenblick die Verhältnisse und die Eigenthümlichkeiten des Beobachteten zu berechnen versteht.

Unverkennbar sind jene Bewegungen des Auges, die ganz ohne den Willen zustande kommen. Man sieht nämlich wesentlich aus dem Vorhergehenden, daß alle Leidenschaften auf ihrem Culminationspunkt hier gleichen Effect haben müssen. Im Zorn, in der Wuth, in der Verzweiflung, im höchsten Schmerz, in der überraschenden Freude, überall ist der Blick, je nach der Dauer des ersten Eindruckes längere oder kürzere Zeit stier, erst nach und nach; je nach der Scala, welche die Vorstellungen durchlaufen, kehren die willkührlichen Bewegungen in ihre entsprechenden Mitbewegungen gehüllt zurück. Das Auge fixirt sein Object absichtlich, aber der Blick trägt noch die Spuren der vorangegangenen Erregung; noch turgescirt das Auge und oft quellen jetzt in Folge der vorausgegangenen Contraction und Blutüberfüllung, so wie der jetzt folgenden Relaxation der Gefäßwandungen aus dem Thränenapparat die Thränen, die auf dem Culminationspunkt des Affectes nicht auftreten konn-

ten. Thränen hatte jener ägyptische König für das Elend seines Freundes, welche das Schicksal seines Sohnes ihm nicht abzwingen konnte.

Eine zweite Folge jener excentrischen Erregung ist aber die, daß über den ersten Eindruck hinaus das Nervensystem seine Reizbarkeit noch in höherem Grade behält; und was früher nur in geringerem Grade die Leidenschaft erregte, facht sie jetzt um so schneller und mächtiger an, bis die normale Statik durch den Conflict des Willens mit dem Affect allmälig sich herstellt. Während dies geschieht, kann noch oft das Auge plötzlich wieder starr und regungslos für Augenblicke scheinbar aus der orbita treten, oder hin- und herrollen, indem bald dieser oder jener Muskelnerv erlahmt, und die Entladung des Nervenorgans bald in der Richtung dieses, bald jenes Nerven vorwaltend sich zeigt, wodurch das rollende Auge des Zorns, bei welchem die unwillkührlichen Bewegungen im Kampf zu liegen scheinen mit den willkührlichen, oder der schwankende Blick des Schmerzes, der Verzagtheit, wo der Wille kämpft mit dem vollkommnen Erlöschen der Nerventhätigkeit. —

II. Nervenbereich.

1) Die kleine Wurzel des trigeminus.
Muskelbereich.

masseter.
temporalis.
pterygoideus externus.
pterygoideus internus.
mylohyoideus.
digastricus (vorderer Bauch).

2) n. facialis.
Muskelbereich.

stapedius.
{Die Muskeln des Ohrs.
{m. occipitalis.
{digastricus (hinterer Bauch).
{stylohyoideus.
{frontalis.
{orbicularis palpebrarum.
{zygomatici.
{levator labii superioris.
{levator anguli oris.
{platysma myoides.
{triangularis } menti.
{quadratus }

Nicht die Bewegung des Augapfels allein ist es, die uns absichtlich oder ungewollt von den Erregungsformen des Centralorgans benachrichtigt. Die Umgebung des Auges wirkt unbedingt mit, und steht in unmittelbarstem Zusammenhang mit jener, doch werden die leisesten Veränderungen zuerst in den vom oculomotorius versorgten Muskeln sich abspiegeln, wie schon oben gezeigt wurde. Aus demselben Grund wird der kleinen Wurzel des trigeminus früher die Erregung des Gehirns mitgetheilt als dem facialis. Beide, die motorische Wurzel des trigeminus und der n. facialis vermitteln das eigentliche Mienenspiel, das um Mund und Auge sich in zwei Gruppen concentrirt. Willkührlich können beide zugleich in größeren und kleineren Gruppen bewegt werden. Mitbewegung können die Fasern des facialis erzeugen, wenn willkührliche der trigeminus in seinem Bereich hervorruft, unwillkührlich kann eine Bewegung im trigeminus auftreten, wenn der facialis noch dem Willen gehorcht. Größere Schwierigkeiten bieten die verschiedenen, gleichzeitig auftretenden Erregungsformen in den einzelnen Zweigen ein und desselben Nerven.

Vorerst beschäftigten uns jene mehr allgemeinen Verhältnisse, in welche die beiden Nervenstämme zu einander treten können. Willkührlich geben wir, wie schon früher erwähnt, die manchfachsten Vorgänge im Leben der Vorstellungen kund, je nachdem Freude oder Schmerz oder Zorn durch Objecte oder Persönlichkeiten erregt wird. Manchfach sind diese Mienen in den feineren Nuancen bei den verschiedenen Menschen und den verschiedenen Situationen

verschieden; allein man könnte ja versuchen, im Schmerz zu lachen, in der Freude zu weinen ꝛc. Warum thun wir das nicht hie und da absichtlich?

Es wurden die Ursachen, welche dies verhüten, hie und da schon erwähnt, doch stellen wir sie nochmal hier zusammen. Einmal wurde früher gezeigt, daß sich überhaupt die willkührlichen Bewegungen erst nach und nach aus dem Chaos der Mitbewegungen herausentwickeln, daß ferner die Entfernung der einzelnen Nervenursprünge vom Heerd der die Vorstellungen begleitenden organischen Veränderungen auf die schnellere und leichtere Erregung dieses oder jenes Nerven organisch influirt; daß unwillkührliche Bewegungen ebenso erst nach und nach dem Organismus gleichsam abgewöhnt werden müssen[1]). Jedesmal werden also die ersten Bewegungen, welche die Affecte begleiten, unwillkührliche zum größeren oder kleineren Theil sein; diese werden aber bei der leichten Erregbarkeit des zu jugendlichen Nervensystems häufig eintreten, und auch dann werden jene ersten und unwillkührlichen Bewegungen wohl als willkührliche, aber als angewöhnte willkührliche auftreten und daher bei allen Menschen, in den groben Umrissen gleichsam, da sie bei allen ursprünglich aus organischen Verhältnissen hervorgegangen sind, denselben Charakter haben. Die feinere Nuancirung ist das Resultat der einwirkenden Umgebung, die Folge des Nachahmungstriebes und der Erziehung oder Verwahrlosung des Individuums.

Aus diesem Grunde wird auch die Erregung, welche von dem Centralorgan ausgeht, selbst bei willkührlich intendirter Bewegung früher den trigeminus als den facialis treffen. Der Wille ist jetzt allerdings nicht mehr an diese Bahn der fortschreitenden Erregung von oben nach unten gebunden, allein da er es früher war (wenn ich mich so ausdrücken darf), so bleibt diese Bahn, ich möchte sagen, ein besserer Leiter des Nervenagens als die übrigen Nerven, und behält dadurch eine gewisse Prädisposition vor dem facialis, innere Vorgänge zu präsentiren.

Willkührlich schließt sich im Affect, in dem die Willensenergie noch auf den trigeminus wirkt, der Unterkiefer dem Oberkiefer an, willkührlich werden in manchen Affecten durch die Thätigkeit der pterygoidei die Zähne, wie man sich ausdrückt, gewetzt ꝛc., während die vom facialis versorgten Muskeln noch nicht die geringsten Contractionen zeigen. Daß in diesem sich willkührlich die manchfachsten Bewegungen zeigen können, bedarf keiner weiteren Erwähnung. So viel ist aber gewiß, daß alle die Veränderungen, welche willkührlich durch diese Nerven behufs einer durch Mienen repräsentirten Vorstellung entstehen, einen höheren Grad der Erregung in dem Centralorgan voraussetzen, als die Veränderungen im Contractionszustand der Augenmuskeln[2]). Da alle Erregungszustände dieser Nerven eben bereits intensivere Reize voraussetzen, so werden wir schon von vorne herein annehmen dürfen, daß die Mehrzahl der Contractionen in ihrem Bereich anderer Natur als willkührlich sind.

Häufig treten die Bewegungen auf diesem Gebiet mit willkührlichen Contractionen der Augenmuskeln auf, welche ursprünglich allein vom Willen angeregt wurden, häufig finden wir in beiden oder dem trigem. allein unwill-

---

[1]) Bekannt ist die Prädisposition der kleineren Kinder für Reflexbewegungen, die noch mehr im krankhaften als normalen Zustand sich zeigen, ihre Prädisposition zu Gehirnkrankheiten, zu Krämpfen ꝛc., die dem kindlichen Organismus so gefährlich werden können ꝛc.

[2]) Mit Ausnahme des rectus externus.

kührliche Bewegungen, während der facialis und die übrigen Nerven dem Willen noch gehorchen.

Auch hier also wieder die drei Abstufungen, welche auf die Wirkung eines Impulses, auf die Intensität eines Affectes aus der Art der Bewegung schließen lassen.

Aber warum contrahiren sich im einen diese, im anderen jene Muskeln, die von demselben Nerven versorgt sind?

Was wir für die fortschreitende Erregung von einem Nerven zum andern angenommen haben, dürfen wir vielleicht auch von den einzelnen Aesten dieser Nerven annehmen. Wir finden wohl z. B. bei dem facialis, daß sich, wie oben bereits durch die Klammern angedeutet ist, nicht immer ein Ast in den Muskeln verzweigt, die sich in ihrer Wirkung unterstützen, daß z. B. von einem Ast aus auch zu den Antagonisten Zweige gehen. Diesen Fasergruppen entsprechen nothwendig Gruppen von Punkten im Centralorgan, von denen aus sie erregt werden. Diese Punkte selbst aber müssen in einem analogen Lagerungsverhältniß zu einander stehen wie die peripherischen Punkte. Ist dies aber der Fall, so wird jede weitere Aeußerung eines Affects von dessen Intensität und dem Verhältniß der zu bewegenden Muskelmassen unter einander, d. h. von ihrer antagonistischen Stellung, abhängen; denn es ist einleuchtend, daß der Effect ein ganz anderer werden muß, wenn die Erregung eine geringere ist, bei der nur durch einen Zweig unwillkührliche Bewegung erzeugt wird, indem die antagonistischen Muskeln des anderen unbedingt nachgeben, als wenn beide Aeste sich gleichsam die Waage haltende Bewegungen vermitteln. Während im ersteren Fall nach einer Seite hin eine Muskelgruppe Hautpartien zieht, werden diese im letzten Fall nach zwei Richtungen gezogen, es entsteht dadurch ein sogenanntes Zerrbild und charakterisirt eben den höchsten Grad der Leidenschaft. — Bei gleichzeitig unwillkührlicher Bewegung des frontalis und occipitalis sträubt sich durch die Spannung der galea aponeurotica das Haar, wie im höchsten Grad des Zorns, des Schmerzes, des Schreckes ꝛc. Erst auf dem Gipfelpunkt der Wuth, des Schmerzes, so wie der Freude, öffnet sich der Mund weit. Nach oben und unten wird der Mundwinkel gezogen und es entsteht eine Menge von Falten in der Haut, die von den darunter sich contrahirenden Muskeln erzeugt werden.

Bei der weiteren Untersuchung ist ein Umstand nicht außer Acht zu lassen, welcher die Deutung der mimischen Zeichen sehr erschwert: es ist dies die Plexusbildung des facialis, wodurch sowohl fast alle Zweige unter sich als eine Menge sensitiver Fasern vom trigeminus anatomisch aneinander gelagert sind und dadurch die Fasern eines Zweiges in die Bahnen anderer Zweige gleichsam verschleppt werden. Wenn wir fest halten, daß durch solche Anordnungen niemals in der Peripherie die Erregungszustände der Fasern aufeinander übergetragen werden können, daß dagegen in den Centralorganen dieser Austausch der Erregung stattfindet, so fragt es sich, in welchem Verhältniß stehen hier die einzelnen Punkte des Centralorgans zu den einzelnen Punkten in der Peripherie? Es ist zweierlei möglich: entweder ist das Lagerungsverhältniß der einzelnen Punkte des Centralorgans für diesen Nerven correspondirend oder nicht; im ersten Fall sieht man nicht ein, wozu diese Plexusbildung, wenn die Natur nichts anderes bezweckte als in den Nerven, welche eben keine Plexus bilden; im zweiten Fall dagegen fragt es sich, was die Natur mit dieser Plexusbildung gewinnt? Daß dadurch eine Unsicherheit der Willensthätigkeit entsteht, die jedem auffallen wird, der einzelne Muskeln des Gesichts willkührlich zu

contrahiren sucht und dessen Versuch stets an einer Reihe von Mitbewegungen scheitert, wird man nicht geneigt sein als einen physiologischen Gewinn anzusehen, wenn man die willkührliche Bewegung als das Ideal oder als das Kriterium für die höchste Entwicklung des freien Geistes betrachtet.

Hier mußte aber dieses Princip nothwendig aufgegeben werden, weil die Physiognomie nicht allein und nur zum geringern Theil zu isolirten, vom Willen bezweckten Contractionen bestimmt ist, sondern weil die Physiognomie hauptsächlich unbewußt die Bewegungen des Geistes erkennbar und zwar bis zu einem gewissen Grad jedem erkennbar machen soll, weil zweitens aber auch der facialis Athemnerv des Gesichts ist. Ueberall wo es sich um die Aufrechterhaltung organischer Processe oder Erfüllung allgemein gültiger Zwecke im Körper handelt, hat die Natur ihre Regulirung selbst übernommen, so daß der Wille bei den hierzu erforderlichen Bewegungen entweder total ausgeschlossen ist, oder nur in sehr beschränktem Grad hie und da eingreifen kann. Das Erstere gilt von den Herzbewegungen ꝛc., das Andere von den Athmungsbewegungen. Wohl können wir die Athembewegungen forciren oder hemmen, oder ihren Rhythmus ändern, aber auf wie lange Zeit? Ein Selbstmord wäre auf diese Weise am leichtesten und einfachsten, und doch ist das sich Aushungern leichter auszuführen als das Ersticken durch freiwilliges Anhalten des Athmens. Die Willensenergie wäre gewiß hier wie dort gleich groß; aber bei letzterem fehlt die organische Möglichkeit.

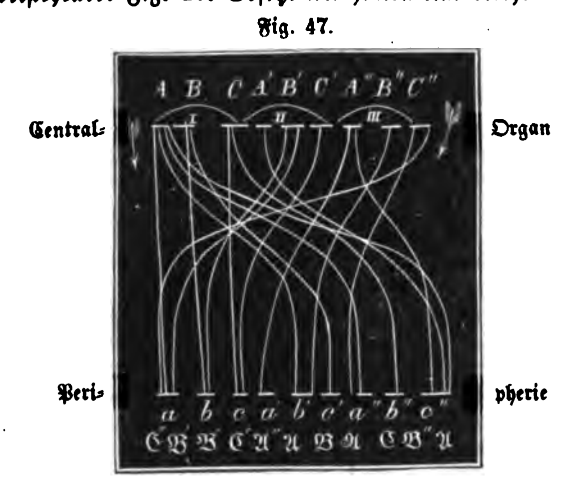
So ist auch der mimische Apparat mit untergeordnet jenem organischen Zweck und der Willenseinfluß auf ihn deshalb verringert, denn es müssen die rhythmischen Bewegungen des Thorax in den Muskeln der äußeren Luftwege gleichmäßig in gleichem Rhythmus sich wiederspiegeln. Diese Luftwege sind aber Nase und Mund, um welche das Mienenspiel sich großen Theils gruppirt. — Aus diesem Grunde ist die Anordnung der centralen Punkte das Bestimmende, während die Anordnung der peripherischen Punkte, um mich so auszudrücken, das Zufällige ist, dem auf Umwegen und verschiedenen Wegen zugleich die vermittelnden Leitungsbahnen zugeführt werden, wodurch nicht sowohl die Thätigkeit einzelner Muskeln, als die einem organischen Zweck dienenden Muskelgruppen erregt werden und zwar um so sicherer dem jedesmal organisch geforderten Zweck entsprechend, als mehrfach die Leitung und Verknüpfung dieser peripherischen Gruppen mit den centralen Gruppen hergestellt ist. —

Das ist aber nur die eine Seite des mimischen Apparats; es sind die Effecte, die hiedurch erzeugt werden, mehr secundär von keiner ursprünglich physiognomischen Bedeutung, die freilich nicht ausbleibt, aber nicht von vornherein von der Natur bezweckt wird.

Es kommen noch eine Menge anderer Bewegungen im mimischen Apparat vor, die nichts mit organischen Zwecken zu thun haben, die für das Individuum ganz gleichgültig sind, die also nur bestimmt sind nach außen zu wirken, die für andere geschaffen sind, damit diese in äußeren Abdrücken die inneren Vorgänge gewahr werden, eine Zugabe der Natur zur Mittheilung durch die Sprache, die, je weiter wir in dem Thierreiche nach abwärts steigen, um so mehr verschwindet. Die Sprachen der Völker haben sich verändert und zersplittert und die Völker getrennt, aber die Zeichensprache der Mienen ist geblieben, und muß bleiben, so lange sich die Organisation des Menschen nicht verändert. — Wie wäre dies aber möglich, wenn nicht be-

stimmte Gruppen in der Peripherie durch bestimmte andere im Centrum gleichzeitig erregt würden, wenn die mimischen Apparate der Willkühr unterworfen wären? Längst hätte jede Nation wie ihre eigene Sprache ihr eignes Mienenspiel, jedem anderen Volke unverständlich. Einleuchtend wird aber der Nutzen der Plexusbildung motorischer Nerven unter einander aus beistehender Fig. 47. Gesetzt wir hätten eine Reihe von (kleinen Abtheilungen) Punkten im Centralorgan, die ihre motorischen Nerven an correspondirende Punkte in der Peripherie aussenden und zwar so, daß die Leitung immer nur zwischen A und a, B und b, C und c ꝛc. vermittelt wäre; so herrschte in den Punkten a — c'' der gleiche Tonus, der von dem Centralorgan in seinem relativen Ruhezustand normal erregt wird.

Fig. 47.



Wird dieser Ruhestand durch irgend welche Ursache bei A gestört, so kann ein Erregungszustand an jenem Punkt eintreten, der über oder unter dem den Tonus bedingenden steht, und der Effect in der Peripherie wird der sein, daß a mehr oder weniger stark contrahirt wird als in der relativen Ruhe. Setzen wir den Grad der Contraction durch den gewöhnlichen Tonus $= x$, das plus oder minus der Contraction in Folge der veränderten Erregung von $A = 10$, so haben wir also für a, entweder $x + 10$ oder $x - 10$. Alle übrigen Punkte in der Peripherie haben dann als Maaß der Contraction nur x, d. h. sie werden, wenn sie Antagonisten von a sind, der verstärkten Contraction von a so weit es ihre Ansatz- und Befestigungspunkte erlauben, nichts in den Weg legen, bei verminderter Contraction in a dagegen die zu bewegenden Punkte mit dem plus von Kraft bewegen, die dem minus von Kraft in A entspricht.

Sind dagegen die übrigen peripherischen Punkte nicht Antagonisten von a, sondern unterstützen sie bei ihrer Contraction den Effect der Bewegung in a, so wird diese Unterstützung niemals eintreten, so lange die Erregung im Centrum auf A beschränkt bleibt. Das Letztere ist aber nicht der Fall, wenn von A aus auch nach b', a'', c'' Fasern gehen. Dann werden diese Punkte zu einer gleichzeitigen Thätigkeit erregt, ohne daß die centrale Erregung sich von A bis C'' fortzupflanzen braucht, zwischen welchen Punkten eine Reihe anderer Fasern gelegen sein kann, die Contractionen vermitteln, welche störend oder beschränkend auf die zu erzielenden wirken; ohne daß ferner die Reizung des Punktes A so groß zu sein braucht als es nöthig wäre, um die Erregung von A bis C'' fortzupflanzen. So erspart also die Natur bei der Erzeugung ausgedehnterer Effecte durch die Plexusbildung

an Kraftaufwand, und beseitigt damit zugleich störende Nebenwirkungen, die bei einer parallelen Faserlagerung unvermeidlich wären.

Das ist aber nicht der einzige Nutzen dieser Plexusbildung. Wir dachten uns nämlich bisher die Punkte $B - C''$ in Ruhe und nur A in einem anderen Erregungszustand. Bedenken wir aber die Masse von Reizen, die gleichzeitig von innen und außen in der Regel den Centralorganen zugeleitet werden, so wird jener vorerwähnte Fall viel seltener eintreten als der zweite, wo außer A noch andere gleichzeitig erregt werden.

Steigert sich die Erregung von A in dem Grad von $x + 10$, so wird der Effect in a größer ausfallen, wenn gleichzeitig B' und noch mehr wenn gleichzeitig C'' stärker erregt ist. Dadurch wird die Contraction in a, die zu einem bestimmten organischen Zweck gefordert wird, nicht allein von A, sondern von der gleichzeitigen Erregung verschiedener centraler Punkte regulirt, und die Bewegung in dem Punkt a wird um so mehr mit den Bedürfnissen des gesammten Organismus harmoniren, je größer die Summe der einzelnen verschiedenen Punkte des Centrums ist, welche von innen oder außen erregt werden. Indem aber von dem Punkt A Fasern zu a und Fasern zu b' so wie zu a'' gehen, so wird wiederum, je nachdem die beiden letzteren zu a im antagonistischen Verhältniß stehen oder nicht, je nachdem B' oder A'' zugleich oder nur allein oder gar nicht erregt sind, dieser Grad der Bewegung in a den verschiedenen oder geringsten Veränderungen im Centrum möglichst adäquat, somit also für organische Zwecke möglichst präcis ausfallen; indem sie nicht unter dem Einflusse einer Kraft, sondern einer Summe von Kräften gestellt ist, welche an verschiedenen Punkten des Centralorgans mit größerer oder geringerer Intensität frei werden, und im Effect deren Resultante darstellen.

Diese Gesetze lassen sich denn auch leicht auf den facialis anwenden, und es ist hieraus ersichtlich, wie genau er die kleinsten Veränderungen in der Statik der centralen Punkte zu signalisiren vermag, wie seine Fasern mit den übrigen Respirationsnerven um so mehr correspondirende Bewegungen vermitteln können, als ihre Erregung durch den Willen bei eben dieser Faseranordnung beschränkt wird.

Abstrahiren wir vorläufig von den Bewegungen in den Mienen, welche durch Veränderung der Respiration mit bedingt sind, und halten uns an die anderen, welche ohne Fortpflanzung der Erregung bis auf die Respirationsnerven zu Stande kommen, so steht erstens fest, daß sie alle einer geringeren Erregung der Centra, einem geringeren Grade des Affects ihren Ursprung verdanken, als die Gesten.

Das Mienenspiel um den Mund wird nicht allein durch die vom facialis versorgten Muskeln bedingt, sondern auch durch die Kaumuskeln, welche von der kleinen Wurzel des trigeminus versorgt werden. Den Bewegungen des Unterkiefers können denn ganz passiv die der anderen Antlitzmuskeln folgen, oder es können dieselben dabei ebenfalls gruppenweise in Contraction begriffen sein, was den physiognomischen Ausdruck bedeutend modificiren wird.

Bei der Nähe[1]), in der sich die Wurzeln des trigeminus und facialis in der medulla oblongata befinden, werden beide Nerven leicht ihre Erregungszustände auf einander übertragen können, gleichwohl aber findet sich sehr häu-

[1]) Retzius in Müllers Archiv 1836 S. 362. rc.

sig nur der eine von beiden im Affect erregt, während der andere im Ruhezustande verharrt.

Die Contraction der von der kleinen Portion des trigeminus versorgten Muskeln kann bekanntlich eine enorme Kraft entwickeln, die einem Zug von 200 Pfund entspricht; die Möglichkeit einer solchen Kraftentwicklung beruht hauptsächlich auf dem fast gänzlichen Fehlen der Antagonisten. Es kann wohl bei Fixation des Zungenbeins der biventer maxillae inferioris, mylohyoideus und der geniohyoideus der Contraction der Kaumuskeln entgegenwirken, allein nur in sehr beschränktem Maaß, denn die einander gegenüberstehenden Antagonisten verhalten sich ihrer Muskelmasse nach kaum wie 1 : 5.

Da bei der Thätigkeit der Kaumuskeln in ihrer Beziehung zum Mienenspiel die Form so ziemlich gleich und nur der Grad der Contraction in den verschiedenen Affecten verschieden ist, so hätten wir zu dem bereits früher Erörtertem nur noch Eines hinzuzufügen, nämlich die Ursache jenes Zitterns (oder Klappern) des Unterkiefers, welches oft von einem Beben der Lippen begleitet ist [1]).

Statt einer einfachen einmaligen Contraction tritt aus verschiedenen Ursachen in einem Muskel eine Reihe einander schnell folgender Contractionen auf. Erstens nämlich wenn die Nerventhätigkeit zu erlöschen beginnt, wenn die Erregungen der motorischen Nerven vom Centralorgan her nicht so schnell auf einander folgen, daß zwischeninne immer wieder die Muskeln momentan erschlaffen können. Alle deprimirenden Affecte werden demnach auf einer gewissen Höhe diese Erscheinung nach sich ziehen.

Zweitens erfolgt das Zittern durch Ueberspringen des Reizes bei sehr heftiger Erregung eines motorischen Centrums auf benachbarte centrale Punkte, wie bei heftiger körperlicher Anstrengung. Also überall, wo in einem Affect noch mit intensiver Willensthätigkeit ein oder der andere centrale Punkt erregt wird, kann in anderen nicht vom Willen bewegten peripherischen Punkten Zittern entstehen.

Drittens kann das Zittern entstehen, wo zwischen den Antagonisten ein Kampf dadurch eingeleitet wird, daß in der einen Gruppe unwillkührliche Bewegungen auftreten, während in der andern die willkührlichen das Uebergewicht zu erhalten streben. Auch dieser Kampf ist in vielen Affecten unverkennbar; das Resultat hängt aber auch hier theilweise wieder von den zu bewegenden Punkten ab.

Allerdings kommt das Zittern sowohl im krankhaften, als affectvoll erregten Organismus auch am ganzen Körper vor, allein gewisse Parthien sind dafür prädisponirt. So der ganze Kopf, der Unterkiefer, die Muskeln des Kehlkopfs, der Vorderarm und die unteren Extremitäten in der Kniegegend.

Wir suchen für alle diese Punkte, die in Beziehung auf den Ausdruck in Haltung und Mienen von Bedeutung sind, hier sogleich den Grund auf, wo uns zunächst freilich diese Erscheinung am Unterkiefer beschäftigt.

Die Antagonisten an dem Unterkiefer kennen wir bereits. In Beziehung auf die Hand ist sogleich zu bemerken, daß das Zittern häufiger aus abwechselnder pronatio und supinatio, seltener aus abwechselnder Flexion und Streckung besteht. Am Kopf ebenfalls häufigere Drehbewegungen nach rechts oder links, seltener Beugung und Streckung. Am Kniegelenk dagegen

1) Volkmann, s. dieses Handwörterbuch II. S. 488 Anmerk.

entsteht das Zittern immer durch schnell auf einander folgende Beugung und Streckung.

Daß am Kniegelenk gerade diese Form vorwaltet, ja allein möglich ist, ergiebt sich aus der Anordnung des Bänderapparats des Kniegelenks selbst, wodurch bei zunehmender Streckung des Fußes die Möglichkeit der Drehbewegung abnimmt [1]).

Das Zustandekommen des Zitterns wird unterstützt durch nicht zu lange und zu schwere Hebel, welche abwechelnd in dieser oder jener Richtung bewegt werden; durch die mehr gleichmäßige Vertheilung der Antagonisten und deren proportionalen Zugkräfte, oder durch den Wegfall einer antagonistischen Wirkung, wobei blos mechanische Momente wie die Schwere wirken. Sind diese Bedingungen nicht gegeben, so kommen die im Nervensystem auch vollständig vorhandenen Veränderungen, die anderwärts Zittern in den Gliedern im Gefolge haben, nicht zur Wahrnehmung [2]).

An den Händen ist die erste und zweite Bedingung vollkommen erfüllt. Am Kopf hauptsächlich die zweite, am Unterkiefer, wenn gerade nicht das Zungenbein fixirt ist, und jene angeführten Muskeln denselben nach unten ziehen, hauptsächlich die dritte, am Kehlkopf die erste und zweite Im Kniegelenk endlich wirkt außer der ziemlich gleichen Vertheilung der Antagonisten die Schwere des Rumpfs, die jedem momentanen Nachgeben eines Antagonisten noch mehr Ausschlag giebt. — Durch diesen letzerwähnten Umstand wird sich auch hier zunächst dem Individuum selbst früher als anderswo die Veränderung in der Erregung des Nervensystems kundgeben, und mit dem Wanken der Kniee, das so oft heftige Affecte begleitet, bezeichnet.

Am Unterkiefer wird dem zufolge in den manchfachsten Affecten, welche einseitige, intensiv willkührliche Bewegungen erregen, jenes Zittern auftreten, das auch die Ueberreizung seiner motorischen Nerven begleitet, wenn er auf der höchsten Stufe der Erregung krampfhaft an den Oberkiefer gepreßt war, wenn endlich der Willenseinfluß über die Macht der Leidenschaft den Sieg davon zu tragen sucht. —

Gehen wir nun zu den vom facialis versorgten Muskeln über, und versuchen einigermaßen die Nothwendigkeit der Contraction in bestimmten Theilen dieses Apparats bei gewissen Erregungen der Psyche zu ermitteln. Wir verzichten von vornherein, für alle Nüancirungen der Physiognomie die vollständig adäquaten Seelenzustände oder umgekehrt aufzufinden, da eben bei dem fortwährenden Wogen der Vorstellungen die einzelnen zusammengehörenden und aus einander zu haltenden Thätigkeiten der Seele mit ihren somatischen Abdrücken schwer oder nie zu fixiren sein werden; gleichwohl werden die extrem aus einander tretenden Formen zu markiren, und in ihren Causalnexus mit den geistigen Thätigkeiten zu setzen sein.

---

1) W. und E. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge S. 179.

2) Oft sehen wir bei Durchschneidung des Rückenmarks, z. B. bei Amphibien am V. Wirbel (vergleiche meinen Aufsatz in Müllers Archiv 1846 Heft 1) ein Wogen und Zucken in allen bloßgelegten Muskeln des Unterschenkels und Oberschenkels; gleichwohl entsteht in beiden keine Hebelbewegung in der Richtung der zeitweilig sich contrahirenden Flexoren oder Extensoren; es wird zu viel Zeit erfordert, um diese größeren Massen zu bewegen, so daß immer schon wieder im einen Antagonisten der höchste Grad der momentanen Erschlaffung vorbei ist, wenn im andern der der Contraction eintritt; anders dagegen verhält es sich bei den kürzern Hebeln mit geringerem Gewicht, wie an den Zehen; in diesen tritt im angegebenen Fall ein heftiges Zittern, schnell sich folgendes Strecken und Beugen ein. —

sig nur der eine von beiden im Affect erregt, während der andere im Ruhezustande verharrt.

Die Contraction der von der kleinen Portion des trigeminus versorgten Muskeln kann bekanntlich eine enorme Kraft entwickeln, die einem Zug von 200 Pfund entspricht; die Möglichkeit einer solchen Kraftentwicklung beruht hauptsächlich auf dem fast gänzlichen Fehlen der Antagonisten. Es kann wohl bei Fixation des Zungenbeins der biventer maxillae inferioris, mylohyoideus und der geniohyoideus der Contraction der Kaumuskeln entgegenwirken, allein nur in sehr beschränktem Maaß, denn die einander gegenüberstehenden Antagonisten verhalten sich ihrer Muskelmasse nach kaum wie 1 : 5.

Da bei der Thätigkeit der Kaumuskeln in ihrer Beziehung zum Mienenspiel die Form so ziemlich gleich und nur der Grad der Contraction in den verschiedenen Affecten verschieden ist, so hätten wir zu dem bereits früher Erörtertem nur noch Eines hinzuzufügen, nämlich die Ursache jenes Zitterns (oder Klappern) des Unterkiefers, welches oft von einem Beben der Lippen begleitet ist [1]).

Statt einer einfachen einmaligen Contraction tritt aus verschiedenen Ursachen in einem Muskel eine Reihe einander schnell folgender Contractionen auf. Erstens nämlich wenn die Nerventhätigkeit zu erlöschen beginnt, wenn die Erregungen der motorischen Nerven vom Centralorgan her nicht so schnell auf einander folgen, daß zwischeninne immer wieder die Muskeln momentan erschlaffen können. Alle deprimirenden Affecte werden demnach auf einer gewissen Höhe diese Erscheinung nach sich ziehen.

Zweitens erfolgt das Zittern durch Ueberspringen des Reizes bei sehr heftiger Erregung eines motorischen Centrums auf benachbarte centrale Punkte, wie bei heftiger körperlicher Anstrengung. Also überall, wo in einem Affect noch mit intensiver Willensthätigkeit ein oder der andere centrale Punkt erregt wird, kann in anderen nicht vom Willen bewegten peripherischen Punkten Zittern entstehen.

Drittens kann das Zittern entstehen, wo zwischen den Antagonisten ein Kampf dadurch eingeleitet wird, daß in der einen Gruppe unwillkührliche Bewegungen auftreten, während in der andern die willkührlichen das Uebergewicht zu erhalten streben. Auch dieser Kampf ist in vielen Affecten unverkennbar; das Resultat hängt aber auch hier theilweise wieder von den zu bewegenden Punkten ab.

Allerdings kommt das Zittern sowohl im krankhaften, als affectvoll erregten Organismus auch am ganzen Körper vor, allein gewisse Parthien sind dafür prädisponirt. So der ganze Kopf, der Unterkiefer, die Muskeln des Kehlkopfs, der Vorderarm und die unteren Extremitäten in der Kniegegend.

Wir suchen für alle diese Punkte, die in Beziehung auf den Ausdruck in Haltung und Mienen von Bedeutung sind, hier sogleich den Grund auf, wo uns zunächst freilich diese Erscheinung am Unterkiefer beschäftigt.

Die Antagonisten an dem Unterkiefer kennen wir bereits. In Beziehung auf die Hand ist sogleich zu bemerken, daß das Zittern häufiger aus abwechselnder pronatio und supinatio, seltener aus abwechselnder Flexion und Streckung besteht. Am Kopf ebenfalls häufigere Drehbewegungen nach rechts oder links, seltener Beugung und Streckung. Am Kniegelenk dagegen

1) Volkmann, s. dieses Handwörterbuch II. S. 488 Anmerk.

entsteht das Zittern immer durch schnell auf einander folgende Beugung und Streckung.

Daß am Kniegelenk gerade diese Form vorwaltet, ja allein möglich ist, ergiebt sich aus der Anordnung des Bänderapparats des Kniegelenks selbst, wodurch bei zunehmender Streckung des Fußes die Möglichkeit der Drehbewegung abnimmt [1]).

Das Zustandekommen des Zitterns wird unterstützt durch nicht zu lange und zu schwere Hebel, welche abwechelnd in dieser oder jener Richtung bewegt werden; durch die mehr gleichmäßige Vertheilung der Antagonisten und deren proportionalen Zugkräfte, oder durch den Wegfall einer antagonistischen Wirkung, wobei blos mechanische Momente wie die Schwere wirken. Sind diese Bedingungen nicht gegeben, so kommen die im Nervensystem auch vollständig vorhandenen Veränderungen, die anderwärts Zittern in den Gliedern im Gefolge haben, nicht zur Wahrnehmung [2]).

An den Händen ist die erste und zweite Bedingung vollkommen erfüllt. Am Kopf hauptsächlich die zweite, am Unterkiefer, wenn gerade nicht das Zungenbein fixirt ist, und jene angeführten Muskeln denselben nach unten ziehen, hauptsächlich die dritte, am Kehlkopf die erste und zweite Im Kniegelenk endlich wirkt außer der ziemlich gleichen Vertheilung der Antagonisten die Schwere des Rumpfs, die jedem momentanen Nachgeben eines Antagonisten noch mehr Ausschlag giebt. — Durch diesen letzerwähnten Umstand wird sich auch hier zunächst dem Individuum selbst früher als anderswo die Veränderung in der Erregung des Nervensystems kundgeben, und mit dem Wanken der Kniee, das so oft heftige Affecte begleitet, bezeichnet.

Am Unterkiefer wird dem zufolge in den manchfachsten Affecten, welche einseitige, intensiv willkührliche Bewegungen erregen, jenes Zittern auftreten, das auch die Ueberreizung seiner motorischen Nerven begleitet, wenn er auf der höchsten Stufe der Erregung krampfhaft an den Oberkiefer gepreßt war, wenn endlich der Willenseinfluß über die Macht der Leidenschaft den Sieg davon zu tragen sucht. —

Gehen wir nun zu den vom facialis versorgten Muskeln über, und versuchen einigermaßen die Nothwendigkeit der Contraction in bestimmten Theilen dieses Apparats bei gewissen Erregungen der Psyche zu ermitteln. Wir verzichten von vornherein, für alle Nüancirungen der Physiognomie die vollständig adäquaten Seelenzustände oder umgekehrt aufzufinden, da eben bei dem fortwährenden Wogen der Vorstellungen die einzelnen zusammengehörenden und aus einander zu haltenden Thätigkeiten der Seele mit ihren somatischen Abdrücken schwer oder nie zu fixiren sein werden; gleichwohl werden die extrem aus einander tretenden Formen zu markiren, und in ihren Causalnexus mit den geistigen Thätigkeiten zu setzen sein.

---

1) W. und E. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge S. 179.

2) Oft sehen wir bei Durchschneidung des Rückenmarks, z. B. bei Amphibien am V. Wirbel (vergleiche meinen Aufsatz in Müllers Archiv 1846 Heft 1) ein Wogen und Zucken in allen bloßgelegten Muskeln des Unterschenkels und Oberschenkels; gleichwohl entsteht in beiden keine Hebelbewegung in der Richtung der zeitweilig sich contrahirenden Flexoren oder Extensoren; es wird zu viel Zeit erfordert, um diese größeren Massen zu bewegen, so daß immer schon wieder im einen Antagonisten der höchste Grad der momentanen Erschlaffung vorbei ist, wenn im andern der der Contraction eintritt; anders dagegen verhält es sich bei den kürzern Hebeln mit geringerem Gewicht, wie an den Zehen; in diesen tritt im angegebenen Fall ein heftiges Zittern, schnell sich folgendes Strecken und Beugen ein. —

Als Ausgangspunkt der nachfolgenden Untersuchung müssen wir vor Allem jenes Bild uns wieder zurückrufen, an das wir die Unterscheidung der äußern Erscheinung verschiedener Temperamente knüpften, nämlich das Bild eines Schlafenden. Die zwei hauptsächlichen Punkte, um welche sich das ganze Mienenspiel bewegt, Augenspalte und Mundöffnung, zeigen zwei ganz verschiedene Zustände in diesem Fall: nämlich die Augenlidspalte ist geschlossen, der Mund steht mehr oder weniger offen. Dieser verschiedene Effect hängt allein von den Verhältnissen der Schwere am Unterkiefer und theilweise auch am oberen Augenlid ab, obgleich hier noch die innere Portian des orbicularis wirkt, denn bei Sterbenden schließt sich in der Regel das obere Augenlid nicht so dicht an das untere an wie bei dem Schlafenden; es überwiegt hier der stärkere orbicularis die Wirkung des antagonistischen levator palpebrae superioris. Jede Erregung, die denn von dem Centralorgan mit einer gewissen Stärke ausgeht, wird die Augenlidspalte öffnen und den Mund schließen. Das Schließen des Munds erfordert aber wieder einen geringeren Grad der Erregung als das Oeffnen des Auges, indem eben die Kaumuskeln mit ihrer großen Fasermasse nur die Schwere des Unterkiefers zu überwinden haben, wobei die schwachen Antagonisten nicht in Betracht kommen, während der levator palpebrae superioris die antagonistische Wirkung des orbicularis zu beseitigen hat. Gleichwohl wird dieses Hinderniß leichter überwunden, da diese beiden Muskeln Zweige von verschiedenen Nerven erhalten.

Je intensiver aber zugleich auch Zweige des facialis erregt werden, um so weniger kann der levator palpebrae wirken, und es entstehen so die weiteren Contractionen in dem corrugator supecilii, frontalis und der äußeren Portion des orbicularis palpebrae, während die innere Parthie des letzteren durch die gleichzeitige Thätigkeit des levator palpebrae superioris gehemmt wird. Das Resultat dieser gleichzeitigen Erregung dieser beiden Nervenbahnen setzt bereits einen intensiveren Grad des Effects voraus, und es kommt auch wirklich dieselbe in der Form des trüben oder finsteren Blicks nur im höheren Grad des Zorns, Schmerzes 2c. vor.

Frontalis, corrugator supercilii und orbicularis oculi bilden die Gruppe, welche bei der Wirkung des Blickes unmittelbar betheiligt ist. Warum runzelt sich nun die Stirne in einem Fall in Querfalten durch die Thätigkeit des frontalis, ein anderesmal in Längsfalten durch die des corrugator? Erwähnt wurde, daß mit dem höheren Grad aller Affecte immer größere Gruppen centraler Punkte gereizt werden. Daß weniger einzelne Punkte, vielmehr immer gleich größere Gruppen erregt werden, liegt in der Intensität des Impulses. Nehmen wir nun an, es würde eine Summe von Nervenfasern gleichzeitig, gleichmäßig erregt, so wird die Contraction dort ganz allgemein vorwalten, wo der geringere antagonistische Widerstand ist; bei intensiverer Reizung dagegen wirken die der Masse nach selbst kleineren Antagonisten mit überwiegender Stärke [1]).

---

[1]) Ich beziehe mich hier wieder auf Experimente, die bekannt genug sind, und von denen ich nur folgende hier erwähne:

Daß die Beugemuskeln vor den Streckmuskeln am Schenkel vorwalten, ist anatomisch zu beweisen, und geht schon aus der Beobachtung an jedem Schlafenden hervor, bei dem eben diese überwiegenden Beugemuskeln in der relativen Ruhe contrahirt sind. Reizt man die Schwimmhaut eines decapitirten Frosches mit einem schwachen galvanischen Strom oder mit Essigsäure, so zieht er die Füße an den Leib und beugt den Schenkel, so wie man einen stärkeren galvanischen Strom applicirt, entsteht die Refle-

Antagonisten sind aber in diesem Fall einmal der frontalis und die corrugatores. Letztere haben bedeutend weniger Masse als erstere, daher werden dieselben bei geringer Erregung von dem stärkeren frontalis überwunden; es legt sich daher die Stirne in quere Falten, und es glättet sich die Haut über der Nase. So wie die Erregung intensiver wird, gewinnen die Corrugatoren das Uebergewicht; es runzelt sich die Stirne über der Nase in Längsfalten. Zwischen diesen beiden Graden des Affects liegt die Erregungsform in der Mitte, wo mit den Corrugatoren zugleich die Frontalmuskeln sich contrahiren, und so die wellenförmigen Falten über den gerunzelten Brauen entstehen. Alle diese Formen kommen in verschiedenen Affecten vor; daß sie aber nicht jedesmal bei den einzelnen Individuen bei der gleichen erregenden Ursache auftreten, beruht auf der zeitweisen oder individuellen Erregbarkeit überhaupt.

Sehr selten contrahirt sich in einem Affect die innere Portion des orbicularis oculi, hauptsächlich nur bei dem Entsetzen vor einem Object, dem man theils willkührlich, theils unwillkührlich mit dem Blick auszuweichen sucht; das Letztere findet sein Analogon in dem reflectirten Blinzeln, wenn ein Gegenstand auf die Conjunctiva einwirkt oder einzuwirken droht. Auch bei sehr intensiven Erregungen des Gehirns vermag die Willensthätigkeit doch in der Regel die fortwährende oder wenigstens nur kurz unterbrochene Contraction des levator palpebrae superioris zu unterhalten, wobei der Umstand von großem Vortheil ist, daß dieser Muskel von einem ganz anderen Nervenbereich versorgt wird als der orbicularis, wodurch die Thätigkeit des Willens eben auf diesen einzelnen Muskel concentrirt bleiben kann. Hat dann die Erregung ihren höchsten Grad erreicht, so daß Ueberreizung eintritt, so sinkt das Augenlid erschlafft herab, allein der orbicularis oculi wird auch nicht mehr von seinen überreizten Nerven contrahirt, und das Auge bleibt daher nur halb geschlossen, wie in allen deprimirenden Leidenschaften.

Daß in diesen Parthien des vom facialis versorgten Gebiets Contractionen schon bei geringeren Erregungen des Centrums auftreten, läßt sich theoretisch erwarten, wenn man voraussetzen darf, daß die Nerven, die sich in höher gelegenen Muskelparthien verzweigen, auch höher oben im Centralorgan entspringen. Allerdings finden wir auch gerade die Augengegend durch verschiedene Contractionen ihres Muskelapparats sehr feine Nüancirungen der psychischen Vorgänge reflectiren, allein sehr häufig finden wir äußere Bewegungen im Gebiet des oculomotorius, kleine, schnell vorübergehende Bewegungen in den Muskeln, die sich um den Mund oder die Nase gruppiren, wobei jene eben betrachteten Muskeln vollständig ruhig bleiben. Dies scheint unserer theoretischen Voraussetzung vom Ursprung der Nervenfasern entgegenzustehen, allein ich glaube, daß wir dafür dennoch eine Erklärung finden können, ohne von dieser Voraussetzung abzugehen.

Denken wir uns in eine Situation, in der plötzlich ein Gedanke mit

---

bewegung im andern Fuß in der Form der tetanischen Streckung. Die schwächeren Antagonisten haben also vollständig die stärkereren überwunden. Es läßt sich dies so erklären, daß in dem Maaß, als sich in Folge der Reizung die stärkeren und der Masse nach größeren Muskeln contrahiren, in ihren Nerven eine Ueberreizung stattfindet, in Folge deren die Thätigkeit ihrer Nerven erlischt, um die höheren Erregungsgrade der Nerven ihrer schwächeren Antagonisten in Wirksamkeit treten zu lassen, welche jetzt nicht durch ihr Uebergewicht an Masse, sondern durch die höhere Reizung ihrer Nerven eine Prävalenz vor jenen erlangen.

einer gewissen Intensität schnell vorübergehend auftritt, so werden dadurch, je nach seiner Intensität, mehr oder weniger Nervenwurzeln erregt, und zwar in ihrer ganzen Masse, gleichwohl treten nur vereinzelte Contractionen gleichsam als Spuren ihrer erregenden Ursachen auf. Dabei kann der sympathicus, in seinem Gebiet ebenfalls erregt, manchfache Veränderungen in den Circulationsapparaten hervorrufen, welche über den schnell vorübergehenden Reiz hinausdauern. In welchen Muskeln des Gesichts werden nun bei einer so flüchtigen Erregung des facialis am leichtesten Contractionen erfolgen? Erstens in den kleinsten [1]), zweitens in denen, welchen sich die geringste antagonistische Wirkung entgegensetzt.

Jeder Reiz bedarf einer gewissen Dauer, wenn er in großen Muskelmassen eine deutliche wirksame Contraction hervorrufen soll, allein diese kleinen Muskeln werden, wenn sie stärkere Antagonisten haben, als sie selbst sind, bei einer Reizung ihrer gemeinsamen Nerven sich weniger deutlich contrahiren können. Alle die Muskeln, die sich an der Oberlippe inseriren, haben unbedeutende Fasermengen, und an der beweglichen Oberlippe keinen starken Antagonisten; die Verwebung der Fasern des orbicularis oris mit dem levator labii superioris und zygomaticus kommt seiner antagonistischen Wirkung gegen diese Muskeln nichts weniger als zu gut.

Nun ist aber noch Folgendes fest zu halten: Gewisse Erregungen der Psyche treten erst später auf und sind, je jünger das Individuum ist, um so weniger vorhanden. Die ersten Erregungen des Neugebornen sind körperliche Lust und Unlust; später erst mit dem klareren Bewußtsein der Stellung zu Anderen treten die Erregungen der Seele als Zorn, Neid, Hochmuth, Sarkasmus rc. auf; besonders die letzteren markiren sich durch bestimmte Züge um den Mund, die leicht habituell werden, und so nicht allein vorübergehende Affecte, sondern bestimmte Charaktere erkennen lassen. Bei diesen ist das Selbstbewußtsein nichts weniger als getrübt, vielmehr der Willenseinfluß nie ganz aufgehoben, wie bei den extremen Formen des Affects und der Leidenschaften im engeren Sinn des Worts. Im Gegentheil muß behauptet werden, daß bei diesen Zuständen der Psyche das Selbstgefühl und Selbstbewußtsein prädominirt.

Es findet hier also eine Erhöhung des Tonus Statt, die in diesem Muskelgebiet sich durch den Verschluß der Mundöffnung kundgiebt. Nun bleibt noch den Muskeln an den Mundwinkeln, so wie den Hinaufziehern der Nase freierer Spielraum, welche durch ihre kleinen Muskelmassen oft noch momentan solche bemerkbare Veränderungen in dem physiognomischen Apparat vermitteln, die von dem Bild des Neids, Hochmuths, Sarkasmus rc.

---

[1]) Legen wir einen größeren Muskel bloß, und reizen seinen Nerven momentan mit einem galvanischen Strom, so entsteht in einzelnen Bündeln desselben eine sichtbare Contraction, die aber keinen bestimmten Effect in dem zu bewegenden Organ hervorruft, an welchem sich der Muskel ansetzt; so wie aber der Reiz etwas länger dauert, entsteht in dem ganzen Muskel eine bedeutende Contraction mit einem bestimmten Effect in Beziehung auf Ortsbewegung. Wie eine längere Zeit nothwendig ist, um einen größeren Muskel zu contrahiren, als einen kleineren, läßt sich experimentell folgendermaßen zeigen: Man präparirt einen Froschschenkel so, daß man alle Flexoren oder Extensoren durchschneidet. Dadurch ist die Wirkung derselben als Antagonisten aufgehoben. Läßt man nun einen schwachen Strom des Inductionsapparates durch den Schenkel gehen, so wird dieser sich auf die Seite der nicht durchschnittenen contrahiren. Dies geschieht vollständig, wenn man den Strom längere Zeit durchgehen läßt. Je schneller man den Strom unterbricht, desto geringer fällt der Effect am ganzen Präparat aus, und zuletzt, wenn man so kurze Zeit, als möglich, den Strom hindurchgehen läßt, entsteht nur noch in den kleinen Muskeln der Zehen eine Contraction-

unzertrennlich sind. Viele dieser Bewegungen, die in diesem Bereich vorkommen, müssen zu den angewöhnten gezählt werden, obwohl auch hier allgemein gültige Gesetze nicht immer vermißt werden.

Je energischer und bestimmter die Willensenergie auftritt, um so mehr muß die durch den normalen Tonus schon eingeleitete Verschließung des Mundes vollständig werden, um so mehr werden sich die beiden Portionen des orbicularis oris contrahiren, bis der rothe Rand der Lippen durch die stärkste Contraction der innern Portion verschwindet, und so die enge Aneinanderlegung der Lippen erscheint, wie bei hohen Graden des Schmerzes, gegen welchen der Wille ankämpft.

Dieser physiognomische Ausdruck kommt sehr häufig in all jenen Fällen vor, wo der Wille sich gegen äußere Objecte oder Persönlichkeiten geltend zu machen sucht: bei Begegnung von Gefahren, denen wir trotz bieten wollen, bei Ueberwindung von Hindernissen.

Die Physiognomie des Muthes, des Trotzes, des Selbstgefühls hat diese Form der Contraction des orbicularis oris meist als integrirenden Theil. —

So wie aber momentan diese Willensenergie beeinträchtigt wird, oder die Vorstellung von der Affirmation des Ichs (um im Sinne Spinozas zu reden) auf andere Vorstellungen übergeht, gewinnen auch ebenso lang, also oft nur momentan, die Antagonisten des orbicularis das Uebergewicht.

Dies wird aber an dem Punkt des Mundes eben am deutlichsten werden, an dem sich die Angriffe mehrer Muskeln concentriren. Dieser bevorzugte Punkt ist aber der Mundwinkel. An ihm geschieht wieder die Bewegung nach oben und außen leichter, als nach unten und außen. Gesetzt auch die Nerven des levator anguli oris, der zygomatici würden momentan gleichzeitig erregt mit den Nerven des depressor anguli oris, so wird doch die Ortsbewegung des Mundwinkels im Sinne der ersteren Gruppe geschehen, da diese erstens mehr Muskeln besitzt, zweitens die zygomatici im Verhältniß zum depressor anguli oris gleichsam längere Hebelarme darstellen, die also auch bei geringerer Contraction größere Effecte hervorrufen müssen; daher viel häufiger die Bewegung des Mundwinkels nach oben und hauptsächlich nach außen als nach unten.

Das Abwärtsziehen des Mundwinkels geschieht in der Regel willkührlich; viel seltener in Leidenschaft oder erst bei deprimirenden Affecten, wobei aber in der Regel die andere Gruppe ebenfalls noch in höherem oder niederem Grade contrahirt erscheint. Dieses Herabziehen des Mundwinkels findet sich daher in jenen Stimmungen der Seele, die mit einem gewissen Geltendmachen der Persönlichkeit, des Ichs im Gegensatz zu anderen Persönlichkeiten verbunden sind, als Merkmale des Neides, des Sarkasmus rc. und da eben diese Erregungen der Psyche nicht momentan, sondern mehr fixirt, andauernd sind, so werden gerade sie sich habituell leichter physiognomisch markiren, als die so oft und schnell wechselnden und vorübergehenden leidenschaftlichen Erregungen, welche freilich auch sehr häufig wiederkehrend ebenfalls habituelle Formen der Physiognomie zurücklassen müssen; wovon uns die tägliche Erfahrung überzeugen kann. —

So weit dürften wir für die verschiedenen Formen des Gesichtsausdrucks, so fern sie unabhängig von dem veränderten Respirationsrhythmus auftreten, unter bestimmten physiologischen Gesichtspunkten, wenigstens in gröberen Umrissen, die bestimmten Gesetze aufgefunden haben. In der Mehrzahl der Fälle aber bleibt die Erregung der Psyche nicht ohne Einfluß auf

die Respirationsnerven, wodurch Rhythmus und Form derselben manchfach modificirt werden. — Mit dieser Modification tritt aber zugleich eine Reihe von Veränderungen in der Physiognomie auf, welche, um mich so auszudrücken, mehr secundär sind als jene, welche wir so eben analysirt haben.

Lachen, Seufzen, Schluchzen, Gähnen sind daher diejenigen Bewegungen, welche wir jetzt in ihrem Verhältniß zu psychischen Erregungen zu untersuchen haben.

Zweierlei Arten der Respiration haben wir zu unterscheiden, nämlich erstens die ruhige In- und Exspiration, zweitens die forcirte.

Bei ersterer ist die Inspiration etwas länger als die Exspiration; zwischen Exspiration und Inspiration eine kleine Pause. Bei letzterer sind im Moment der Inspiration die Thoraxmuskeln in nicht sehr bedeutendem Grad in einmaliger, langsam ihren Culminationspunkt erreichender, Contraction begriffen, während eben so das Zwerchfell langsam von der gegen die Bauchhöhle gekehrten concaven in die plane Form übergeht.

Bei der ruhigen Exspiration wirkt die Elasticität des Lungenparenchyms und der Thoraxwandungen, so wie in geringem Grad die Contraction der Bauchmuskeln, die bei Erschlaffung des Zwerchfells den Brustraum von unten nach oben verkürzen. —

Bei der forcirten Inspiration wirken die Halsmuskeln und die Contraction der Brustmuskeln ist bedeutend erhöht, sowie bei forcirter Exspiration die Contraction der Bauchmuskeln ebenfalls einen viel höheren Grad erreicht. Um dem hierbei gebildeten größeren Raum des Thorax eine größere entsprechende Menge Luft zuzuführen, erweitern sich auch die Pforten der Luftwege mehr, und es treten um Mund und Nase Bewegungen ein, welche bei dem ruhigen Athmen sich nicht finden. —

Um aber beurtheilen zu können, wodurch dieser bekannte, eben beschriebene Mechanismus der Respiration in seinem Modus und Rhythmus Veränderungen erleiden könne, sei es gestattet, die ebenso bekannten Ursachen der Respiration, so wie die Quelle, von der alle Athembewegung ausgeht, kurz zu bezeichnen.

Zweck der Respiration ist: Zufuhr von Sauerstoff zu dem Blut, und Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser aus demselben auf dem Weg der Endosmose und Exosmose nach den allgemeinen Gesetzen der Diffusion der Gase.

Grund der Athembewegung ist der Reiz der Kohlensäure auf die Summe der Empfindungsfasern, deren eine concentrirte Erregung folgt, die auf die motorischen Respirationsnerven reflectirt wird (Volkmann). Quelle der Athembewegung ist die medulla oblongata mit ihrem Nervengebiet: 1) kleine Wurzel des trigeminus, 2) facialis, 3) vagus, 4) accessorius, 5) phrenicus, 6) n. spinales cervicales, 7) n. spinales thoracici, 8) n. spinales lumbales. —

In der Regel ist die Athembewegung reflectorisch bedingt durch Erregung peripherischer Nerven, aber sie kann auch unwillkührlich verändert worden sein in Folge affectiver Impulse; zweitens kann sie modificirt werden durch den Willen. Ihre Ursache ist daher entweder eine chemische Veränderung der Nerven (die in ihrem Ernährungszustand eine Alteration durch die Anhäufung von CO_2 erfahren, wodurch sie erregt werden, und diese ihre Erregung in der med. oblongata concentriren) oder eine dynamische Erregung vom Gehirn her. —

Veränderung im Chemismus, so wie gewisse nicht mit der Function des Nervensystems harmonische Erregungen der Centra werden daher, oft

sehr schnell vorübergehend, ebenso vorübergehende Veränderungen im Modus oder Rhythmus der Respiration zur Folge haben, wodurch jene chemischen Störungen ausgeglichen, oder die Erregung der sensitiven Fasern durch das Zustandekommen einer Bewegung in diesem Apparat zur Ruhe gebracht wird [1]).

Folgendes sind nun die Veränderungen, welche hierdurch möglich werden.

Normale Inspiration: kurze, etwas forcirte einmalige oder öftere Exspiration (im Unwillen oder ironischem Lächeln).

Forcirte gedehnte Inspiration, forcirte einmalige lange Exspiration: 1) bei halb oder ganz geschlossenem Mund (Seufzen); 2) bei weit geöffnetem Mund (Gähnen). Kurze forcirte Inspiration, schnelle forcirte Exspiration mit geschlossenen Zähnen (Schnauben der Wuth). Etwas längere Inspiration mit häufiger abgebrochener langer Exspiration und geöffnetem oder geschlossenem Mund (lautes oder leiseres Lachen).

Wird in Folge von gestörtem Chemismus die Respiration verändert, so setzt dies meist eine längere anhaltende Ursache voraus. Da die Entwickelung der Kohlensäure unmittelbares Resultat der Metamorphose der organischen Gebilde, Resultat des Stoffwandels ist, dieser Stoffwandel begünstigt wird durch Bewegung, so wie durch beschleunigten Blutumlauf, so werden beide Momente, seien sie auf welche Weise sie wollen eingeleitet (psychisch oder physisch), eine reichlichere CO_2 Bildung und Anhäufung derselben in den Capillaren nach sich ziehen, welche durch eine entsprechend frequentere oder intensivere Respiration entfernt werden muß. Der Stoffwechsel geht aber auch fort bei der langsamsten Circulation, bei der größten relativen Ruhe; es wird daher auch in diesen Fällen (wo also die Nerventhätigkeit auf das Minimum reducirt ist, CO_2 sich anhäufen, und eine zeitweise intensivere Respiration gefordert werden.

Diese chemische Ursache ist sonach wohl der Grund der veränderten Intensität der Respiration, welche sich ebenso auf In- als Exspiration

---

[1]) Daß die Reflerbewegung nicht ein bloß zweckloses consecutivum der Erregung einer Empfindungsfaser ist, sondern daß durch dieselbe gewisse, die Statik der Empfindungsnerven störende Momente beseitigt und ausgeglichen werden, vermuthe ich aus der häufigen Erfahrung, daß wir den Schmerz durch Bewegungen der verschiedensten Art, Springen, Schnalzen mit den Fingern, Schreien, Walzen rc. weniger empfindlich machen können.

Wenn ich die Schwimmhaut des rechten Fußes eines Forsches mit Essigsäure betupfte und gleichzeitig den der linken Seite fixirte und ersteren jene Bewegungen ausführen ließ, so begann die Bewegung im linken erst, nachdem der rechte bereits wieder zur Ruhe gekommen war. Die Experimente wurden aber folgendermaßen angestellt. Nachdem das Thier decapitirt war und die spontanen Zuckungen vorüber waren, wurden die Zehen der schlaff herabhängenden Hinterfüße gleich tief und nur einen Augenblick in Essigsäure getaucht. Der eine Schenkel wurde an seinen Gelenken fixirt, so daß er keine Bewegungen machen konnte, der andere dagegen blieb frei. Sobald die Schwimmhaut mit Essigsäure betupft war, begannen im freien Fuß heftige Reflerbewegungen, bei denen jedoch durch Dirigiren des Schenkels verhütet wurde, daß die Säure nicht zu anderen Körpertheilen durch die Bewegungen gebracht werden konnte. Sobald in diesem Fuß die Reflerbewegung aufgehört hatte und der Schenkel schlaff herabhing, wurde der zweite Fuß losgelassen, in welchem jetzt sogleich Reflerbewegungen eintraten, und noch längere Zeit blieb er convulsivisch an dem Bauch angezogen. Die Wirkung des Reizes war somit in dem Schenkel, der nicht fixirt war, durch die Bewegung selbst schneller neutralisirt, als in dem, welchen man verhindert hatte, sich zu bewegen.

bezieht, nicht aber Grund des veränderten Rhythmus. Jene werden das Gähnen und Seufzen, nicht aber das Lachen, Schnauben u. s. w. zur Folge haben. Die Intensität entspricht dem Athembedürfniß, dem Quantum CO_2 in den Capillaren, der Rhythmus dagegen hat hier wie überall, wo rythmische Bewegungen auftreten, einen Grund in der Anordnung der Centralorgane: in diesem Fall also in der medulla oblongata.

Seufzen und Gähnen sind die Begleiter längere Zeit andauernder Depression des Nervensystems, wobei willkührliche und unwillkührliche Muskeln weniger thätig sind. In diesen Fällen ist daher die Ausführung der CO_2 aus dem Organismus hauptsächlich durch die verlangsamte Circulation und Respiration behindert; und was dem Quantum von CO_2 bei den einzelnen Athemzügen abgeht, muß zeitweise durch eine größere Menge, welche mit einer Respiration entfernt wird, wieder eingeholt werden.

In der Traurigkeit, dem anhaltenden Schmerzgefühl, in der Langenweile treten diese chemischen Bedingungen ein. Da aber mit dem letzteren Zustande in der Regel nicht eine gleichzeitige Depression des ganzen Nervensystems gepaart ist, so kann leicht nicht allein in den Muskeln des Gesichts, sondern auch des Rumpfes, in den Extremitäten energische Mitbewegung bei der eingeleiteten intensiveren Ex- und Inspiration auftreten; daher hier das weite Oeffnen des Mundes, die starke Contraction der Gesichtsmuskeln, das Strecken des Nackens und Rumpfes, das Dehnen der oberen und selbst unteren Extremitäten.

Bei der psychischen Depression im Schmerzgefühl und der Traurigkeit ist das erlahmte motorische Nervensystem viel weniger prädisponirt zu Mitbewegungen; daher beim Seufzen entweder gar keine oder nur schwache, langsame Contraction der Muskeln, so weit sie eben nur die tiefere Inspiration unterstützen: Bewegungen an dem levator alae narium langsames, nicht weites Oeffnen des Mundes, das mehr durch die Relaxation der Kaumuskeln bedingt als durch Contraction der musc. mylo- und geniohyoideus hervorgerufen ist; Erheben des Hauptes durch Streckung der Nackenmuskeln, hauptsächlich um die Fixation der oberen Rippen zu verstärken, worauf der Kopf in der Regel bei der Exspiration wieder zur Brust herabsinkt, während der Nacken bei der Exspiration des Gähnens meist gestreckt bleibt. —

In diesen Fällen nämlich, bei dem Gähnen und Seufzen ist durch die tiefe In- und Exspiration zeitweise der Gasaustausch in den Lungen befördert; es kann derselbe Effect aber auch durch frequentere Athemzüge erzeugt werden, ohne daß hierbei die In- und Exspiration so energisch ist, wie dort. — Bei dieser größeren Frequenz ist der eigentliche Rhythmus nicht verändert, die Zeitdauer der einzelnen Momente der Respiration sind unter einander proportional eben so groß, wie bei der ruhigen Respiration, aber die Erregung der Centra ist größer als gewöhnlich, das Nervensystem daher gerade in dem entgegengesetzten Zustand, wie bei der vorigen Gruppe. Das Schnauben der Wuth, die frequentere, fast keuchende Respiration der Wollust, sind Resultate veränderten Chemismus, welche sich in der medulla oblongata concentriren. In all diesen Fällen beschleunigt sich die Circulation und wie sie die Bedingung rascherer Absonderung ist, z. B. des Speichels, der Galle, des Urins, des Schweißes ꝛc., so ist sie eben auch bei der meist gleichzeitig auftretenden erhöhten Muskelaction Bedingung einer reichlicheren CO_2 Ausscheidung, die eine schnellere Respiration zu ihrer Entfernung aus dem Organismus erheischt. Indem hier die CO_2 von Moment zu Moment rascher entwickelt wird, das Reactionsvermögen der Nerven gesteigert

ist, wie ja überhaupt im Zorn, der Wollust 2c. die Neigung zu Reflexbewegung erhöht erscheint, so wird auch die schneller wiederkehrende Reizung der Nerven durch die sich anhäufende CO_2 durch schneller wiederkehrende Athembewegungen beantwortet. In der Traurigkeit, der Langenweile 2c. sammelt sich nach und nach die CO_2 nicht wegen des rascheren Stoffwandels, sondern wegen der trägeren Bewegung an, und nur wenn immer das Maximum der CO_2 Anhäufung erreicht ist, wird eine forcirte Athembewegung dem trägeren zu Reflexbewegungen weniger geneigten Nervensystem gleichsam abgezwungen. —

Schwieriger wird die Erklärung der Veränderungen im Rhythmus der Respiration, und die Schwierigkeit liegt eben darin, daß uns eine Erklärung des Rhythmus, die Erkenntniß seiner Ursache selbst fast noch ganz fehlt. Daß der Rhythmus prästabilirt ist in den Centralorganen, seien sie Rückenmark oder Ganglien des Sympathicus, steht über allen Zweifel durch die Experimente am ausgeschnittenen Herzen (Volkmann), durch die Experimente, in denen Gehirn und Rückenmark mit Schonung der medulla oblongata zerstört wurden, wobei die Athembewegung ungestört fortging (Flourens). Bei der ruhigen Respiration liegt eine Erklärung näher als bei der forcirten. In jener ist es eine einfache Contraction und Relaxation der Thoraxmuskeln und des Zwerchfells, welche in der, in ihrem Wesen nicht näher zu erkennenden, aber bestimmt vorhandenen Periodicität der Nerventhätigkeit begründet ist. Hierbei ist also die Inspiration allein durch eine active Bewegung bedingt, während die Exspiration eine ganz passive Folge der ersteren ist. So wie die Respiration forcirt wird, alternirt eine active Contraction der Brustmuskeln mit einer activen der Bauchmuskeln. Warum fallen diese beiden Bewegungen in distincte Zeitmomente und heben sich nicht gegenseitig auf? Hie und da geschieht dies vielleicht, wie bei überraschendem Erstaunen, Schreck, Freude 2c., wo man, wie man sich ausdrückt, nicht zum Athmen kommen kann; wobei jedoch möglicher Weise auch Verschließung der Stimmritze das ursächliche Moment abgeben kann.

Vor Allen ist hier nicht zu übersehen, daß die In- und die Exspiration zwei ziemlich weit auseinanderliegenden Gruppen von Muskeln anvertraut ist, nämlich den Bauchmuskeln hier und den Brustmuskeln dort. Bei einer so heftigen Erregung des Nervensystems, wie sie in den excitirenden Leidenschaften vorausgesetzt werden muß, wird leicht die Reizung der einzelnen Nerven vom Gehirn her zur Ueberreizung, die sich im Muskelsystem in einer zuerst auftretenden energischen Contraction mit schnell darauf folgender Relaxation kundgiebt. Diese Relaxation dient aber als Erholungszeit, so daß nach dieser von neuem der fortdauernde Reiz in den erschlafften Muskeln wieder Bewegung erzeugen kann.

Da nun die Nerven für die Inspiration und die für die Exspiration in gesonderten Gruppen hinter einander liegen, so wird bei dem fortwährend von oben nach unten fortschreitenden Reiz die Zeit der Ruhe in der einen Muskelgruppe mit der Zeit der Bewegung in der anderen zusammenfallen. Ist nun die Reizung sehr intensiv, so wird erstens leicht eine Ueberreizung eintreten, zweitens aber aus derselben Ursache die Zeit der Erholung größer sein müssen, als sonst. Aus diesem Grund kann häufig eine Inspiration in mehrere Abschnitte zerfallen, ehe sie ihre höchste Höhe erreicht, also abgebrochen erscheinen, ohne daß dazwischen durch die noch nicht erholten Exspirationsnerven Ausathmungsbewegungen eintreten; dasselbe kann bei der Exspiration geschehen. Dies kommt bekanntlich bei dem Schluchzen vor.

Bei dem Lachen ist dagegen der Rhythmus so verändert, daß auf eine gewöhnlich tiefere Inspiration mehrfache kurze Exspirationen folgen.

Wir müssen das Lachen hier sogleich mit der entgegengesetzten Form zusammenstellen, nämlich mit dem Seufzen, wo die Inspiration aus einer Reihe hinter einander folgenden Einathmungsbewegungen besteht, denen eine lange tiefe Exspiration folgt.

Psychologisch liegen diesen beiden Respirationsformen zwei entgegengesetzte Erregungen zu Grunde, nämlich Unlust auf der einen, und Lust auf der anderen Seite. Jede Unlust ist, physiologisch ausgedrückt, Depression des Nervensystems, also Mangel an Beweglichkeit, schwerfälligere, mattere Contraction im Muskelapparat, die sich ebenso in den Mienen als Gesten kundgiebt, wie oben beschrieben wurde. In der Lust ist die Agilität überhaupt gesteigert, die Erregbarkeit erhöht. — Das Athembedürfniß erheischt stets eine Abwechselung von Bewegung und Ruhe, diese bei der Inspiration, jene bei der Exspiration. Die Veränderung der psychischen Erregung kann nun, je nach ihrer Natur, entweder in Conflict mit dieser organisch geforderten Bewegung oder in Conflict mit dieser organisch geforderten Ruhe kommen.

Organisch gefordert wird bei der ruhigen Respiration eine Contraction in dem zusammengesetzten Apparat der inspiratorischen Muskeln. Die Lust wird diese organisch geforderte Bewegung nur unterstützen; die Unlust dagegen wird diese Bewegung weniger frei auftreten lassen; in der Unlust entsteht daher ein Kampf zwischen organischer Forderung und Bewegungsvermögen. Die psychische Stimmung verlangt Ruhe, Erholung; der organische Zweck: Bewegung. Aus diesem Conflict, in dem freilich der letztere Sieger wird, entsteht dadurch, daß bald diese, bald jene Kraft überwiegt, eine aus mehreren Absätzen bestehende Inspiration, welcher dann eine um so leichtere und erleichternde Exspiration folgt, als hier organische Forderung und psychische Stimmung zusammenfallen.

Daher die momentane Erleichterung des Schmerzes selbst, welcher sich bei der mühsamen Inspiration aufs Höchste gesteigert hat, in dem Moment der Exspiration, wo eben das jetzt vermindernde Unlustgefühl ermäßigt wird und in dieser seiner Ermäßigung einen relativen Grad von Lustgefühl erlangt.

Das Lustgefühl dagegen verlangt oder erleichtert und unterstützt jede organisch geforderte Bewegung. Die Inspiration wird daher hier mit der größten Leichtigkeit vollzogen; aber in der Exspiration, welche eine ruhige Erschlaffung der Thoraxmuskeln und des Zwerchfells erheischt, setzt sich die durch die Inspiration eingeleitete Contraction noch fort und geräth daher in Conflict mit der jetzt organisch geforderten Erschlaffung; was sich in auf- und abgehenden Excursionen am Zwerchfell um so leichter abspiegeln wird, als dieser Muskel bei weitem die geringsten Massen und den größten Spielraum, an den Bauchmuskeln keine energischen Antagonisten hat, da ja die Gase der Eingeweide Elasticität genug besitzen, um selbst bei Contractionen der Bauchmuskeln die Bewegungen des Zwerchfells nach unten nicht absolut unmöglich zu machen. Die Wirkung der letzteren suchen wir im heftigen Lachen, welches uns bei längerer Fortsetzung unangenehm werden kann, durch das sogenannte »Halten des Bauchs« zu unterstützen. — Nach einer solchen abgebrochenen Exspiration wird dann die darauf folgende Inspiration um so leichter und tiefer sein können, als erstens jetzt wieder organische Forderung und psychische Disposition zusammenfallen, zweitens aber durch die längere unregelmäßigere Exspiration Veränderungen in der Blutvertheilung und im

Chemismus selbst eingetreten sind, welche durch sie wieder ausgeglichen werden. Daß die Manifestation der Lust oder der Unlust der Freude gerade in den Respirationsmuskeln am leichtesten, wenn auch bei irgendwie gesteigertem Grade, nie allein dort, sondern auch ebenso in den Extremitäten, auftritt, erklärt sich daraus ganz einfach, daß hier eine rhythmische Bewegung mit organischer Nothwendigkeit das ganze Leben hindurch fortbesteht.

Jede Abweichung von der gewöhnlichen Erregbarkeit des Nervensystems wird nun dort, wo von Moment zu Moment die Erregung wiederkehrt, am leichtesten durch veränderten Effect im entsprechenden Muskelsystem sich kundgeben. —

Mit diesen Veränderungen im Rhythmus der Respiration gehen zugleich Veränderungen in der Contraction der Gesichtsmuskeln Hand in Hand, häufig auch voraus, und das sind jene Mienen, deren Untersuchung wir bei der Erregung des facialis durch Affecte auf diesen Punkt verschoben haben.

Wir erwähnten früher, daß der facialis als Athemnerv des Gesichts mit den Respirationsbewegungen des Rumpfes correspondirende Bewegungen in den Gesichtsmuskeln vermitteln müsse. Bei der ruhigen Respiration kann das von dem erweiterten Thorax im Moment der Inspiration geforderte Quantum Luft durch die Nasenlöcher einströmen, weder sie brauchen erweitert, noch der Mund geöffnet zu werden, so wenig als bei der ruhigen Exspiration.

Anders dagegen verhalten sich die Gesichtsmuskeln bei der forcirten Respiration.

Die forcirte Inspiration erfordert bei der schnellen und bedeutenderen Erweiterung des Brustraums eine Erweiterung des Eingangs in die Luftwege. Dieser Eingang ist ein doppelter: Nasenlöcher und Mundöffnung. Ein Verschluß jener ist durch keine Muskelthätigkeit möglich, wohl aber ein Verschluß des Mundes; dieser ist immer vorhanden, wo, wie oben gezeigt wurde, eine Erhöhung des Tonus als Folge psychischer Constitution, oder vorübergehender psychischer Erregung auftritt, wie bei dem Temperament des Cholerikers oder im Zorn, Schmerz ꝛc., wo die Persönlichkeit anderen Persönlichkeiten oder Objecten gegenüber sich geltend zu machen sucht; oder wo der Wille noch mit einer gewissen Energie auftritt. In allen diesen Fällen wird auch bei tiefen Inspirationen der Mund noch geschlossen bleiben, ja oft sich noch fester schließen, und wir bemerken dann nur ein Heben der Nasenflügel als diese forcirte Inspiration begleitende Bewegung, wie im Schnauben der Wuth, im Seufzen des unterdrückten Schmerzes. Sinkt dann aber die Energie des Reactionsvermögens, tritt eine Depression des Nervensystems ein, dann öffnet sich der Mund entweder passiv, oder die jetzt das Uebergewicht gewinnenden schwächeren Antagonisten, wie der biventer max. inf. der mylo- und geniohyoideus, ziehen den Unterkiefer herab (Gähnen), wobei dann entweder die Nasenflügel zugleich gehoben werden oder ruhig bleiben.

Dem lauten mit verändertem Respirationsrhythmus auftretendem Lachen geht sehr häufig eine Contraction in verschiedenen Gesichtsmuskeln voraus, die das Lächeln darstellen, wobei in geringerem oder größerem Maaße die Queeraxe des Mundes verlängert wird.

Es treten vom leisesten kaum anzudeutenden Lächeln bis zum lauten, heftigen Gelächter folgende Muskeln nach und nach in Wirksamkeit: Zygomatici, levator labii superioris alaeque nasi, levator labii superioris pro-

prius, buccinator. Zwei Ursachen sind es, welche bei dem Lachen gerade diese Muskeln in Bewegung setzen:

Erstens wurde oben auseinandergesetzt, warum bei schneller, nicht sehr intensiver Erregung der Centra gerade die Muskeln der Oberlippe sich contrahiren werden. Zu dem Lachen werden wir in der Regel durch einen schnell auftretenden Gedanken, welcher mit dem vorhergehenden im starken Contrast steht, gezwungen.

Durch den Contrast wird jede sinnliche Wahrnehmung gesteigert, und durch diese Steigung, die physiologisch ausgedrückt vermehrte Erregung der Nerven ist, die Prädisposition zu Reflexbewegungen erhöht. Treten wir aus einem dunklen Raum in einen helleren, so erscheint uns erstens diese Helle im ersten Augenblick intensiver als einige Zeit darauf; bei dem Einsteigen in ein kaltes Bad scheint uns das Wasser viel kälter als es wirklich ist; zweitens aber treten in diesen ersten Momenten Reflexbewegungen ein, die in dem einen Fall ein schnelles Schließen des Auges rc., im andern ein Zurückziehen des in das kalte Wasser getauchten Gliedes zur Folge haben, was nach längerer Einwirkung des ersten Eindrucks nicht mehr geschieht.

Was hier durch die Erregung der Sinnesnerven vermittelt wird, werden wir auch dort nicht vermissen, wo plötzlich motorische Centra durch eine schnell auftretende Vorstellung afficirt werden; alles kommt hier wieder auf den Grad der Erregung an, um bald weniger, bald mehr Muskeln zur Contraction zu bestimmen. Contrastirende Vorstellungen geben jedoch nicht die einzige Ursache der lächelnden Mienen ab, sondern überhaupt Vorstellungen, die mit erhöhtem Lustgefühl auftreten.

Gleichzeitig wirkt aber auch die noch vorhandene Intensität des Willens mit, welche die verschiedenen Formen, besonders des Lächelns modificirt. Es giebt dreierlei Formen desselben: 1) das gutmüthige, 2) das ironische oder sarkastische, 3) das dumme Lächeln. Die zwei ersten Formen unterscheiden sich physiologisch von einander, das letzte dagegen von dem ersten rein psychologisch. —

Dem Lächeln liegt, wenn es ohne andere gleichzeitig bestehende Erregungen auftritt, ein gewisses Wohlbehagen, eine Stimmung der Lust zu Grunde; dieses Gefühl der Lust kann nur rein bestehen bei vollkommener Harmonie des Individuum mit der Außenwelt; niemals aber da, wo wir ein persönliches Uebergewicht zu gewinnen suchen, oder wo von vorne herein das persönliche Uebergewicht entschieden auf unserer Seite ist. Außer dieser Stimmung der Lust, mag sie von kürzerer oder längerer Dauer sein, kommt es noch auf die erzeugte contrastirende Vorstellung an und ihr Verhältniß zu der Summe der anderen uns geläufigen Vorstellungen, ob sie den von einem andern bezweckten Effect wirklich hat oder nicht. —

Die Mienen der Freundlichkeit, des Wohlwollens hat als psychische Grundlage das Gefühl der Harmonie zweier Persönlichkeiten, wenn sie selbst auch nur eingebildet wäre. In dem Augenblick der wahren ungeheuchelten Freundlichkeit geht gleichsam unsere Persönlichkeit in der anderen auf, es ist hier dieses Verhältniß gegenseitig, und darum auf beiden Seiten das Lustgefühl erhöht [1]. In diesem Falle manifestirt sich die höhere Erregung der

[1] Diese Erhöhung, ich möchte sagen, Summirung des Lustgefühls bei der Gemeinschaft Gleichgesinnter ist so häufig zu beobachten, daß ich nur kurz darauf hinzudeuten brauche, wie viel mächtiger eine Naturschönheit auf uns einwirkt, wenn

Nervencentra in beschränkteren oder ausgedehnteren Bewegungen am Mund, welche um so gleichmäßiger und ungezwungener erscheinen, je mehr das Individuum, um mich so auszudrücken, von seiner Persönlichkeit abstrahirt.

Wo dies dagegen nicht geschieht, wo sich das Lustgefühl nicht sowohl durch eine solche reciproke psychische Mittheilung steigert, sondern dadurch, daß man sich einer andern Persönlichkeit überlegen fühlt (ganz gleichgültig, ob es in Wahrheit ist oder nicht), dort werden jene lächelnden Mienen von den egoistischen Bewegungen noch beherrscht, und es bleibt der Mund absichtlich mehr geschlossen, es entsteht ein Kampf zwischen dem willkührlichen Verschluß des Mundes und dem unwillkührlichen Oeffnen desselben, das gezwungene Lächeln des Hochmuths, des Sarkasmus, der Ironie, wobei entweder beide Mundwinkel und die Oberlippe nach oben gezogen werden (Hochmuth), oder der eine Mundwinkel nur nach außen gezogen wird (Ironie, Sarkasmus). Der Hochmüthige will sein Lustgefühl, das ihm seine eingebildete oder wirkliche Ueberlegenheit erregt (ohne sich zu viel zu ergeben), zur Schau tragen; der Ironische, Sarkastische dagegen mehr das Resultat seiner psychischen Ueberlegenheit; daher bei jenem die symmetrischen Muskeln wenigstens sich gleichzeitig, bei diesem dagegen nur einseitig contrahiren; aber eben weil in diesen Fällen immer noch der Wille einen großen Spielraum hat, sind diese Formen weniger allgemein bei den verschiedenen Individuen.

Ferner werden nicht alle Menschen durch dieselben Ursachen zum Lachen bewogen; und mit Recht können wir aus dem, worüber Jemand lacht, auf seinen Bildungsgrad oder seine momentane Stimmung zurückschließen. — Die Stimmung ist entweder Lust oder Unlust, höhere oder herabgestimmte Erregung des Nervensystems; die Erregbarkeit ist im letzteren Fall vermindert, im ersteren erhöht; jede weitere Erregung wird das Lustgefühl schneller zu dem Grad steigern, in welchem jene lächelnden Mienen auftreten.

In der Art des Lachens oder Lächelns fanden wir oben ein Kriterium für die Gemüthsart des Menschen. Eben so aber auch zweitens für den Bildungsgrad, durch die Beobachtung des Moments, in welchem jemand lacht.

Jede Bildung ist ideale Einheit einer Summe von Vorstellungen in der Sphäre des Erkennens, Wollens und Fühlens (um diese geläufige Eintheilung beizubehalten), welche mit ihrer Vervollkommnung immer größere Massen einzelner Glieder in sich begreift. Nicht diese Summe macht die Bildung aus, sondern ihr harmonischer Zusammenhang sowohl unter sich als mit einem Ideal, das selbst wieder von Zeit und Volkseigenthümlichkeit bedingt ist. So entstehen die verschiedenen Bildungsstufen eines Volkes und die verschiedenen Bildungsstufen ganzer Nationen.

Das durch Religion und Sitte sanctionirte Ideal und die Harmonie einer möglichst großen Menge von Einzelvorstellungen unter sich und mit diesem Ideal sind die nothwendigen Bedingungen der höchsten Bildungsstufe, welche wir erreichen können.

Mit der wachsenden Summe der Einzelvorstellungen wächst die Schwierigkeit ihre harmonische Einheit zu erhalten, welche bei einer geringeren leichter herzustellen ist. Die Schwierigkeiten, welche dort auftreten, werden

---

wir sie an der Seite eines Freundes betrachten, der sie eben so zu würdigen weiß, wie dieses psychologische Gesetz der lebendige Hebel jeder Gesellschaft bei ihrer Unterhaltung, jeder Gemeinde bei ihrer Andacht, jeder Soldateska bei den Aeußerungen ihres Muthes ist. Eben so ansteckend ist auf der entgegengesetzten Seite Theilnahmlosigkeit, Langeweile, Kälte, Feigheit. (Der physiologische Grund ist später S. 610 entwickelt.)

meist erst durch Schwankungen und Kämpfe im Inneren sich beseitigen lassen und dabei jene häufigen Mißstimmungen, jene Unlustgefühle hervorrufen, welche der rohere Mensch nie kennen lernt, welche das Kind noch nicht ahnt. Bei diesen wird die Quelle der Lust von dieser Seite her wenigstens seltener getrübt, und die Heiterkeit der Stimmung, welche aus diesem Lustgefühl resultirt, wird sich häufiger bei äußeren und leichteren Veranlassungen in Lachbewegungen-Luft machen, als bei dem Erwachsenen, Gebildeten, den die reicheren Erfahrungen ernster gestimmt haben.

Oben sehen wir, daß gerade solche Gedanken, welche mit zuletzt aufgegetretenen in Contrast stehen, es sind, welche die Entstehung des Lachens begünstigen.

Diese lachenerregenden Gedanken dürfen aber nicht mit jenem Ideal, nicht mit jener Einheit in Contrast stehen, denn sonst wird die Harmonie gestört, welche allein das Gefühl der Lust zu unterhalten vermag; wo dies geschieht, tritt an die Stelle der Lust Unlust und nichts weniger als Reiz zum Lachen.

Wohl dürfen wir daher umgekehrt annehmen, daß in den Fällen, in denen jemand lacht, der Gedanke, welcher das Lachen erregt hat, harmonire mit jener Einheit, die seinen Bildungsgrad ausmacht; Gedanken aber, welche außer das Bereich jener individuellen, harmonischen Einheit und deren einzelnen Glieder fallen, werden daher auch ganz wirkungslos bleiben, wenn sie nicht geradezu mit ihr contrastiren; wie ja so oft rohere Menschen oder Kinder durchaus Witze der Gebildeteren oder Erwachsenen nicht verstehen können. Wie die Ungebildeteren durch ihre größere ungetrübtere Heiterkeit eine größere Disposition zum Lachen besitzen, so sind die Gebildeteren dadurch wieder leichter zum Lachen zu bewegen als jene, daß die Masse ihrer Einzelvorstellungen, welche gesondert auseinander treten und mit einander contrastiren können, größer ist, während bei dem Roheren und dem Kind die Summe der möglicherweise mit einander contrastirenden Vorstellungen kleiner ist. — Demnach müßte man bei den Gebildeteren häufiger Lachen antreffen, als bei den Roheren, oder wenigstens ebenso viel. Davon findet aber gerade das Gegentheil Statt, wie man sich leicht bei dem Zusammensein größerer Volksmengen überzeugen kann. Der Grund davon liegt darin, daß es bei jener größeren Summe der Vorstellungen wieder schwieriger wird, gerade mit dem am stärksten contrastirenden Gedanken zu überraschen; daher die Seltenheit wirklich guter feiner Witze und darum auch bei den Gebildeteren weniger häufig Veranlassung zum Lachen als bei den Roheren.

So wird der Rohe, der Dumme, das Kind in ganz anderen Momenten und über ganz andere Dinge lachen, als der erwachsene Gebildete, und umgekehrt. — Das dumme Lachen, das heißt dasjenige, was man häufig an Halbgebildeten beobachtet und das bei jeder Gelegenheit eintritt, wo gar kein Grund dazu vorhanden ist, hat keinen physiologischen Ursprung, sondern rührt davon her, daß solche Menschen witzig erscheinen wollen, und weil sie sehen, daß ihre Witze kein Lachen hervorrufen können, so rechnen sie auf die Macht der Nachahmung, lachen, um Andere dadurch wenigstens zum Lachen zu reizen und so ihren Zweck zu erreichen. S. Müller's Physiol. Bd. II. S. 99 ff.

Ehe wir das Bereich der respiratorischen Nerven verlassen, müssen wir noch mit kurzen Worten jenes Gebiet berühren, das nicht selten als Schauplatz rein reflectirter Bewegungen in der leidenschaftlichen Erregung der Psyche auftritt, nämlich Stimmbänder und Zunge, die in Verbindung mit den übrigen Theilen der Mundhöhle die Sprache vermitteln.

Bei dem lauten Lachen werden Töne[1]) von gewisser Höhe oder Tiefe erzeugt, deren musikalischer Werth von der Spannung der Stimmbänder und der Intensität der Exspiration abhängt. — So häufig hier auch ganz zufällige Momente im Spiel sind, welche die Varietäten des Lachens bei den verschiedenen Individuen und in den verschiedenen Situationen bedingen, so stehen doch manche Tonreihen, welche bei dem Lachen hörbar werden, in einem bestimmten Zusammenhang mit dem Temperament und dem Erregungsgrad der Nerven, dessen psychologischer Grund und physiologischer Reflex unverkennbar ist, und daher auch hier nicht übersehen werden darf. Nicht zufällig unterscheidet man am rohen Lachen, wie man es in Stall und Küche so häufig hört, sogleich die Leute, von denen es kommt; wie auch der Phlegmatiker andere Töne beim Lachen von sich giebt, als der Sanguiniker ꝛc.

Gewiß verändert sich auch mit der gesteigerten Erregung der Centra die Spannung der Stimmbänder, und wie zugleich die Exspiration forcirt wird, verengert sich die Stimmritze, und die Stimmbänder werden durch die Thätigkeit der m. cricothyreoidei gespannt, während die übrigen Kehlkopfmuskeln die Stimmritze verengern. Diese Muskelaction tritt oft im ersten Augenblick ein, und dadurch werden die Töne sogleich von vorn herein sehr hoch; ihre Höhe nimmt dann im Verlauf der Exspiration ab. Denn da die Höhe des Tons bedingt ist 1) durch die Spannung der Bänder, 2) durch die Intensität der Exspiration, so wird nothwendig der Ton immer mehr sinken, weil die länger andauernde Exspiration allmählig in ihrer Intensität abnehmen muß, während die Stimmbänder von Anfang an den höchsten Grad ihrer Spannung erhalten hatten.

Wenn dagegen im Anfang die Stimmbänder weniger gespannt waren, so nimmt im Verlauf der Exspiration, trotz ihrer nachlassenden Intensität, der Ton an Höhe dadurch zu, daß die Erregung der Nerven in ihrem Verlauf die höchste Höhe erreicht, und dadurch die Stimmbänder mehr gespannt werden; in der Mehrzahl der Fälle fällt dann der Ton allmählig wieder aus demselben Grund, der vorhin angegeben wurde.

Das eintönige Lachen kommt nur dann vor, wenn die Exspiration nicht zu forcirt eingeleitet wurde oder dieselbe nicht zu lange fortgesetzt wird, in welchen beiden Fällen es allein möglich wird, einen annähernd gleich starken Luftstrom zu unterhalten. —

Auch in diesen Fällen wird überall, wo die Beherrschung der isolirten Muskelgruppen noch geringer ist, um so schneller und intensiver sowohl die Spannung der Stimmbänder als die Exspirationsbewegung auftreten. Daher das laute unangenehme Gelächter roher Menschen, welches bei jeder Gelegenheit hörbar wird. Bei der geringeren Energie der Phlegmatiker wird die Spannung der Stimmbänder nicht so leicht den höchsten Grad erreichen, ihre Exspiration ist ferner selten so forcirt, wie bei dem Sanguiniker oder Choleriker, daher auch sein Lachen mehr von tieferen Tönen, welche in ihrem musikalischen Werth sich ziemlich gleich bleiben, begleitet ist.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie der musikalische Werth dieser unartikulirten Laute in genauer Beziehung zu dem jedesmaligen Erregungszustand der Nerven steht. —

Unsere Compositeure haben längst schon, unbekannt mit den physiolo-

[1]) Indem ich das Ausführlichere hierüber auf den Artikel Stimme verspare, will ich hier nur dasjenige berühren, was zunächst mit Temperament- und Affectäußerungen zusammenhängt.

gischen Gesetzen, bestimmten Theatercharakteren bestimmte Stimmen gegeben, so daß wir fast nie einen Helden eine Tenor-, oder einen Liebhaber eine Baß-Arie singen hören. Sie fühlten alle, wie innig die Höhe oder Tiefe der Töne, ganz abgesehen von den Worten, welche dieselben begleiten, mit gewissen Seelenstimmungen zusammenhänge, und dieser Zusammenhang, der schon für das Lachen nachgewiesen wurde, läßt sich für den Gesang ebenfalls finden.

Es giebt bei der Spannung der Stimmbänder eine mittlere Breite, innerhalb welcher sich verschiedene Bewegungen der Vorstellungen äußern können, ohne daß eine Nichtbeherrschung des spannenden Muskelapparats auffallend wird. Unterhalb dieser Gränze liegt eine Erschlaffung der Stimmbänder, welche mit der psychischen Abspannung im proportionalen Verhältniß steht; in diesen Zuständen schwingen dann die erschlafften Bänder ganz unregelmäßig, die tiefen Töne folgen sich in ganz unmusikalischen Intervallen und es entsteht so das Heulen der Trauer, des Schmerzes, gegen den kein Willensakt mehr ankämpft.

Oberhalb dieser Gränze liegt dagegen die höchste Spannung der Stimmbänder, wenn die Erregung der Nerven ihren höchsten Grad erreicht hat, bei der ebenfalls die Beherrschung des Willens weggefallen ist; auch hier gehen diese hohen Töne ohne alle Berechnung in einander über, wie bei dem Schreien des Schmerzes, oder im Schreien des Jähzorns, der Wuth ꝛc.

Die hier besprochene extreme Höhe und Tiefe des Tones ist aber eine relative, d. h. nach der Individualiät verschiedene, ebenso wie die zwischen diesen Gränzen gelegene Mitte, innerhalb welcher die verschiedenen Töne noch durch einen entschiedenen Willensakt angesprochen werden. Die Kunst benützt nun dadurch, daß sie sich jenen extremen Gränzen, so weit nichts von der Reinheit der Töne eingebüßt wird, nähert, die höheren oder tieferen Töne, um die entsprechenden Erregungszustände der Psyche wieder zu geben, während die mittleren Töne einer Stimme dazu verwandt werden, um ruhigere Stimmungen darzustellen. In jedem mehrstimmigen Gesangstück wird von der Gränze der einzelnen Stimme (Sopran, Alt ꝛc.) in so fern abstrahirt, als zur Darstellung gewisser Affecte nicht die relativ, sondern absolut tieffsten, oder höchsten Töne verwendet werden, wodurch bei der größeren Entfernung der extremen Punkte stärkere Contraste und feinere Nüancirungen möglich werden. —

Recitative bewegen sich daher meist in den mittleren Tönen, Klagelieder sinken unter dieselben herab, während Schlacht-, Trinklieder ꝛc. sich über sie erheben. Natürlich ist hier nie von auf- und absteigenden Bewegungen die Rede, welche innerhalb eines ganzen Musikstückes von dem gegebenen Inhalt vorkommen können, und von dem Sinn der begleitenden Worte bestimmt werden, sondern nur von der vorherrschenden Tonlage.

Höhe und Tiefe des Tons ist auch nicht das Einzige, wodurch das plus oder minus der Willensenergie, die Art des Affectes ausgedrückt werden kann: wir haben noch den Grund des Effects, welchen der Takt, das crescendo und decrescendo in absteigenden oder aufsteigenden Tonleitern, die größeren oder kleineren Intervalle hervorrufen, zu untersuchen, so wie die Stärke oder Weichheit, mit der hohe oder tiefe Töne bei dem Vortrag angesprochen werden.

Wie früher angeführt wurde, wird die Form, in der ein Affect sich im Muskelsystem abspiegelt, nicht allein durch die Intensität der Contraction bedingt, sondern auch durch die Schnelligkeit, mit der sie auftritt oder einer

anderen Platz macht. Wie in jeder freudigen Stimmung von Augenblick zu Augenblick die Miene wechselt, der ganze Körper in lebhafter Bewegung ist, so bewegen sich auch in den Liedern, wo Lust- oder Muthäußerungen ausgedrückt werden, die Töne rascher und lebhafter, d. h. die Veränderungen im spannenden Muskelapparat folgen sich rascher als da, wo in feierlicheren Stimmungen das innere Auge auf einem ernsten Gegenstand fixirt bleibt, wo die Gefühle in ihren vielfachen Schattirungen auf einen höheren Punkt concentrirt werden sollen, wo trotz der gesteigerten Erregung der Psyche diese Spannung in würdigen Gränzen gehalten wird, wie in allen unseren Chorälen.

Wie im Schmerzgefühl der Gesichtsausdruck mehr stereotyp bleibt und die Beweglichkeit der Mienen bedeutend vermindert ist, so finden sich auch in allen Klage-, Sterbeliedern rc. langsamere Veränderungen in der Spannung der Stimmbänder, ein langsamerer Takt.

Von großer Bedeutung ist ferner das crescendo oder decrescendo bei dem Aushalten eines Tons oder bei der Aufeinanderfolge mehrerer Töne. Da bei gleichbleibender Spannnung der Stimmbänder intensivere Exspiration den Ton erhöht, so muß, wenn derselbe, ohne seinen musikalischen Werth zu verändern, anschwellen soll, in dem Maaß, als die Intensität der Exspiration zunimmt, die Spannung der Bänder abnehmen. Umgekehrt muß die Spannung der Bänder zunehmen, wenn der Ton im decrescendo denselben musikalischen Werth behalten soll. So also muß Steigerung der Intensität der Exspiration und Erschlaffung der Stimmbänder im crescendo — Verminderung der Intensität der Exspiration und Spannung der Bänder im decrescendo gleichen Schritt halten.

Bei der großen Entfernung der Ursprünge der Kehlkopfnerven von den Exspirationsnerven ist das Zustandekommen von Mitbewegungen möglichst erschwert, und die entgegengesetzten Thätigkeiten der entsprechenden Muskeln gesichert. —

Bei dem crescendo wird die große Menge der Exspirationsmuskeln mit wachsender Intensität contrahirt, während bei dem decrescendo die anfangs vielleicht noch bestehende Muskelcontraction im Verlaufe aufgegeben und die Austreibung der Luft endlich nur der physikalischen Elasticität der Thoraxwandungen anvertraut wird.

Da die Contraction der Bauchmuskeln einen höheren Grad der Nervenerregung erheischt, als die der kleinen Kehlkopfmuskeln, so drückt sich eben im crescendo eine Steigerung der Erregung, welcher eine tiefere Empfindung zu Grunde liegt, aus; sei es nun, daß diese Empfindung als wachsendes Schmerzgefühl, oder erhöhte Lust, oder wachsender Muth auftritt, die Exspirationsmuskeln werden hier durch den Affect ohne directe Mitwirkung des Willens contrahirt. Die nothwendig damit Schritt haltende Abspannung der Stimmbänder hängt dagegen von dem Willenseinfluß ab und kommt bei der Beurtheilung der Wirkung des crescendo nicht in Rechnung. Dasselbe findet in umgekehrter Weise bei dem decresendo Statt. Durch den Nachlaß der Thätigkeit der Exspirationsmuskeln drückt sich das Sinken der Nervenerregung aus, dem ein Sinken der psychischen Erregung zu Grunde liegt, ein allmähliges Hingeben und Nachlassen der inneren Energie, ein Schwinden des Lustgefühls. Hier folgen wieder die Contractionen der Exspirationsmuskeln der Wirkung des Affectes, während die Contractionen der kleinen Kehlkopfmuskeln dem Willen unterworfen bleiben und auf adäquate Weise die Stimmbänder anspannen. So liegen selbst diesen anscheinend rein künstli-

chen Combinationen von Erschlaffung dieser und Contraction jener Muskeln bestimmte psysiologische Gesetze zu Grunde, deren Erfüllung gewisse Wirkungen auf unser Gehörorgan und weiter auf unsere Psyche äußern, ohne daß der Tonsetzer oder der Zuhörer sie kennt; und das künstlerisch Schöne, welches in dem An- und Abschwellen der Töne liegt, was das Gefühl so sehr anspricht, ist die Folge der gleichzeitigen Wirkung des Conflictes von Wille und Affect, welche sich gegenseitig die Waage halten. —

Was hier von einem Ton nachgewiesen worden, gilt noch in ausgedehnterem Grade von ganzen Tonreihen, wobei das crescendo entweder auf höhere oder auf tiefere Töne fällt; je nachdem dies geschieht, ist die Wirkung aber auch eine ganz verschiedene. Wenn eine aufsteigende Tonreihe crescendo gesungen wird, so wird der steigende, sich mehr und mehr vom Willen loswindende Affect damit bezeichnet; denn hier sind alle Theile des Stimmapparats, die Bänder sowohl als die Exspirationsmuskeln, in einer wachsenden Contraction begriffen, weil ja höhere Töne bei der Enge der Stimmritze an sich schon forcirtere Exspiration verlangen, die an Intensität noch gewinnen muß, wenn diese hohen Töne mit steigender Kraft angestimmt werden sollen.

Wenn dagegen eine absteigende Tonreihe crescendo gesungen wird, so drückt sich darin die Bekämpfung des Affects durch den Willen aus. Es kehrt die leidenschaftliche Erregung, welche durch mächtige Spannung aller Stimmmuskeln sich kund gegeben hat, von ihrer Höhe zurück, indem der Wille die Stimmbänder abspannt, und dadurch tiefere Töne erzeugt; gleichzeitig aber deutet die noch wachsende Stärke des Tones die Energie des Willens oder den Nachklang der ursprünglich leidenschaftlichen Erregung.

Decrescendo in aufsteigenden Tonreihen kommt wohl seltener vor als in absteigenden. In jenen Fällen ist die psychische Erregung nicht stark genug, um sich über die Exspirationsmuskeln zu erstrecken, sie bleibt auf die Kehlkopfmuskeln beschränkt und die Stimmbänder werden gespannt, ohne daß die Exspirationsmuskeln mit entsprechend wachsender Intensität sich contrahiren können. Die Tonkünstler benutzen daher diese Anordnung überall, wo sie eine höhere Erregung mit einer gewissen Schwäche und Depression des Nervencentra wiedergeben wollen, oder wo ebenfalls ein mehr ohnmächtiger Wille gegen die erwachende Leidenschaft ankämpft.

Decresendo in absteigenden Tonreihen verräth dagegen immer nachlassende, leidenschaftliche Erregung ohne erwachende Willensenergie, eine allgemeinere Abspannung der Centralorgane. Denn hier läßt mit der Contraction der spannenden Kehlkopfmuskeln gleichzeitig auch die Contraction der Exspirationsmuskeln nach. —

Wir kommen nun zur Untersuchung des physiologischen Grundes, aus dem die verschiedene Wirkung der größeren oder kleineren Intervalle resultirt, ohne jedoch, wie an diesem Ort überall, auf die akustische und ästhetische Wirkung selbst Rücksicht zu nehmen, was einer anderen Arbeit vorbehalten bleibt. Was früher von den Taktarten angegeben wurde, dasselbe läßt sich auch von den Intervallen sagen, in welchen sich Melodien bewegen. Wie überall, wo im Nervensystem schnell wechselnde Erregungen einander verdrängen und ohne durch Uebergänge vermittelt zu werden, hinter einander auftreten, ebenso werden auch in den Muskeln schnell sich bedeutend verändernde Contractionszustände hervorgerufen. Wie in dem heftig bewegten Gemüth die einzelnen momentanen Stimmungen nicht mehr durch die berechnende Ueberlegung unter einander vermittelt werden, so daß ein Muskelapparat bald diese, bald jene

Gruppe mit vorherrschender Intensität contrahirt, so wechseln auch in den lebhaft bewegten Melodien die Töne in größeren Intervallen, die zwar durch den Künstler in einem harmonischen Verband gehalten werden, wobei jedoch diese Verknüpfung selbst mehr versteckt erscheint, während die rasch aufsteigenden oder sinkenden Tonreihen die bewegte Stimmung des Gemüths klar durchfühlen lassen. Diese Tonverbindungen passen daher nur da, wo innerhalb einer gewissen Grundstimmung noch größere Schwankungen möglich sind, wo in raschen Bewegungen bald die höchste Höhe der Lust, bald die größte Tiefe des Schmerzgefühles erreicht wird; wo Hoffnung und Verzweiflung, wo aufblitzender Muth und ohnmächtiges Schwächegefühl mit einander kämpfen, wo, wie in der Liebe, Schmerz und Lust in einem Ton verwehen möchte. Diese rasch folgenden größeren Intervalle werden aber nie angewendet, wo durch die klaren ruhigen Vorstellungen die lebhaften Bewegungen des Gefühls in Schranken gehalten werden, wo die Energie des Willens auftauchende Affecte niederhält; nie, wo eine Seelenstimmung bereits eine bestimmte Form erreicht hat, über welche hinaus entweder nur geringe Schwankungen oder ein allmähliges Umwandeln in eine andere Stimmung möglich ist.

So bewegen sich unsere meisten Choräle in kleineren Intervallen; die höchsten Töne werden nicht durch schnelle, große Intervalle erreicht, sondern auf einer langsamer ansteigenden Scala. Langsamer bewegen sich in den Klageliedern die Tonreihen auf und nieder und oft werden erst nach mehreren Schwankungen durch ab- und aufsteigende Scalen die höchsten Töne erreicht, um den Culminationspunkt des Schmerzes oder den erhebenden Trost der Hoffnung anzudeuten.

Die Stärke oder Schwäche endlich, mit der ein Ton von bestimmtem musikalischen Werth bei dem Vortrag angesprochen wird, wirkt nicht minder, um eine gewisse Erregung der Seele auszudrücken. Tiefe Töne erheischen, wie schon mehrmal erwähnt, einen geringeren Aufwand von Kraft in den Exspirationsmuskeln, als höhere Töne, wegen der Weite der Stimmritze bei jenen und der Enge derselben bei diesen. Natürlicher ist es daher, daß hohe Töne mehr forte tiefe mehr piano gesungen werden; wo daher das Umgekehrte stattfindet, bekommen die verschiedenen Töne einen ganz andern Charakter. Hohe Töne, piano gesungen, lassen das zagende, ängstliche Gemüth durchfühlen, daß seine gesteigerte Empfindung, seine erhöhte Erregung zu verbergen oder zu verdrängen sucht, nur mit einer gewissen Schüchternheit laut werden läßt.

Tiefe Töne, forte gesungen, drücken dagegen eine Energie und Bestimmtheit des Charakters aus, der, ohne die leidenschaftliche Erregung vorherrschen zu lassen, mit festem Willen einem bestimmten Ziel folgt, oder gegen niederschlagende Stimmungen entschieden ankämpft. Im ersteren Fall wirkt der Affect auf den Muskelapparat der Exspiratoren und zwingt ihn zu kräftigen Contractionen, während die kleinen Kehlkopfmuskeln der Herrschaft des Willens unterworfen bleiben und keine intensivere Spannung der Stimmbänder (höhere Töne) zu Stande kommen läßt.

Im zweiten Fall dagegen sucht der Wille sich in energischen Exspirationsbewegungen auszudrücken, während die Depression der Nervencentra sich in der Erschlaffung der Stimmbänder nicht verleugnen kann.

So viel genüge, um anzudeuten, wie dem Gefühl unserer Tonkünstler unbewußt die physiologischen Gesetze der Nervenwirkung vorschwebten, oder vielmehr, wie im Gesang ebenso unbewußt und doch so gesetzmäßig, wie in

den Mienen, die wandelbaren Stimmungen der Seele sich wiederspiegeln, und die Wirkung des Gesanges bei den dafür überhaupt empfänglichen Menschen ebenso die gleiche sein muß, wie die Wirkung des Mienenspiels.

Auf ähnliche Ursachen lassen sich auch die Wirkungen der verschiedenen Versmaaße in der Poesie zurückführen. Auch hier wechseln höhere und tiefere Töne, Arsis und Thesis, bald in größeren, bald in kleineren Intervallen: auch hier bewegt sich der Rhythmus bald in schnelleren, bald in langsameren Wellen auf und ab, und das metrische Gewand der Rede bewirkt an sich schon einen bestimmten Eindruck, wenn uns selbst die Sprache unbekannt wäre, oder wenn wir ganz von hier abstrahiren. Wie in Mendelsohn's Liedern ohne Worte, die Töne durch ihre Verbindung die fehlenden Worte unabweisbar gleichsam herauf beschwören, so verschmilzt mit dem bloßen Klang der Jamben oder Trochäen, des anapaestus oder dactylus unabweisbar eine gewisse Stimmung der Seele, die bald in heiterer Laune, bald in hohem Ernst um die hellen Bilder der Gegenwart oder die dunklen Schatten der Vergangenheit weht, hier die Lust und dort den Schmerz des Lebens empfinden und die Worte nicht lange suchen läßt, die den erweckten Gefühlen klare Formen geben. Keineswegs soll damit gesagt sein, daß die Metrik vor der Sprache entstanden ist, wie möglicherweise der Gesang vor dem Lied, sondern nur, daß das Versmaaß an sich schon, ähnlich der Melodie, klareren oder dunkleren Bewegungen der Psyche ihr Entstehen verdankt, daß auch hier nicht eine willkührliche Sanctionirung des Hexameters für das Epos, des Jambus für das Drama 2c. dem verschiedenen Inhalt eines Gedichtes diese oder jene metrische Form aufgedrängt hat, sondern daß auch die Gesetze der Metrik die der Natur abgelauschten Gesetze der Nervenwirkung darstellen, ebenso unbewußt und doch so getreu beobachtet, wie die Formen des Schönen, die der Künstler oft nach einem nur unbestimmten Gefühl und ohne alle Berechnung wiedergiebt. Ton, Takt, Satz und Stück der Musik haben ihre entsprechenden Begriffe in der Metrik und sind da Mora, Fuß, Vers und Strophe.

In welch' engem Zusammenhang die Poesie mit der Musik steht, wie nah verwandt mit lebhafteren Bewegungen des Körpers, lehrt die Geschichte der ersten Entwicklung der Dichtkunst, lehren die Beobachtungen an den Völkern, die jetzt noch in einem mehr unveränderten Naturzustande leben. Lied, Gesang und Tanz verherrlichten die Opferfeste der Griechen, und finden sich heute noch bei Orientalen und Indianern als integrirender Theil des Cultus.

Wir finden, daß, wie die Gesten im reineren Naturzustand eine häufigere Darstellungsform innerer Vorgänge bilden, ebenfalls auch Dicht- und Tonkunst gerade in den Zeiten am schönsten blühten, wo eine heitere Weltansicht und geräuschlose Umgebung das harmlose Spiel der Phantasie nicht störte, und die auf- und niedersteigenden Wogen des Gefühls, unter dem Einfluß des abflachenden, raffinirenden Verstandes, nicht niedergehalten wurden, oder berechnende Politik die natürlichen Bewegungen des Geistes in unnatürlichere Schranken zwang. Unter solch günstiger Constellation erwuchs die Blüthe griechischer Ton- und Dichtkunst, und erreichte da eine höhere Stufe nur durch fernere Bevorzugung, die anderen Völkern vorenthalten war, obgleich auch der germanische und nordische Bardengesang Zeugniß giebt von den freien ungetrübten Aeußerungen eines reich bewegten inneren Lebens, das in Lied und Melodie seinen inneren Drang unwiderstehlich äußerte. —

So bringt jenes Lustgefühl aus der Harmonie der inneren Kräfte

unter sich und mit den außenbefindlichen die höhere Erregung, die geistige Spannung hervor, die in lebhaften Bewegungen, als Rhythmus des Verses oder Tanzes, in auf- und abwogenden Reihen somatisch sich äußert.

Doch auch in sturmbewegten Zeiten, wo das Bewußtsein eines Volkes jenes harmonische Stillleben gefährdet sieht, wo das Ideal bedroht ist, in dessen Licht allein ihm das Leben mit allen seinen vielfachen Farben reizend erschienen war, steigert sich die innere Erregung und die poetische Ergießung richtet sich bald auf Religion, bald auf das Vaterland, je nachdem hier oder dort die Gefahr des Entreißens droht. — Nur in der Zeit des Indifferentismus oder des Egoismus versiegt jener Strom begeisterter Lieder und Melodien, die der Kampf um religiöse oder nationale Interessen, oder die Lust eines ungetrübten genußreichen Lebens so mächtig anschwellt.

Wenn in der Tonkunst durch die Höhe oder Tiefe, die Stärke oder Schwäche allein schon die manchfasten Erregungen der Psyche sich wiederspiegeln, und die Nüancen darum um so feiner und schärfer auseinander treten, weil die extremen Punkte fern auseinanderstehen und zwischen ihnen eine große Anzahl von Uebergangspunkten liegt, so hat die Poesie allerdings weniger Mittel in den musikalischen Verhältnissen, die wohl das vermittelnde Glied zwischen ihr und der Musik abgeben, allein der Sinn der Worte, die sie rhythmisch und mit wechselnder Arsis und Thesis neben einander stellt, markiren noch deutlicher den Inhalt eines Gedichtes, als die Melodie den des Liedes. In beiden ist das künstlerisch Schöne jene Verwebung von Gesetz und Freiheit, wo die leidenschaftlichste Erregung der Psyche die angepaßte Form nicht sprengt, wo die Form selbst wieder den Inhalt nicht störend in seinen Bewegungen hemmt.

Die Form eines Gedichtes tritt in der Gestalt des Rhythmus auf, von dem vor Allem zu beweisen ist, daß er nicht als das Product des erfindenden Verstandes, sondern als der Ausdruck innerer organischer Nothwendigkeit anzusehen ist. —

Aus zwei sich gegenseitig bedingenden Gründen ist der Rhythmus naturgemäß; erstens weil er auf den acusticus einen möglichst adäquaten Eindruck ausübt (worüber in dem Artikel Ohr), zweitens weil rhythmische Veränderungen nicht allein im Muskelsystem, sondern im Leben der Organismen überhaupt zu den gewöhnlichsten Erscheinungen gehören, die gerade hier um so tiefer eingreifen, als die Mechanik der Sprache unter dem directen Regulator der rhythmisch auftretenden Respiration steht.

Der Rhythmus wird durch Einschnitte hervorgebracht, welche in gewisser Entfernung von einander stehen, und diese Einschnitte sind vor den anderen als Sylben auftretenden Tönen entweder durch eine höhere Lage oder durch längere Dauer markirt. Hierdurch unterscheidet sich das accentuirende von dem quantitirenden Versmaaß. Auch dies ist nicht willkührlich, sondern richtet sich nach dem Idiom der Sprachen: so sind alle accentuirenden Sprachen unter sich verwandt (Freese griechisch-römische Metrik).

Die Höhe des Tons in der Arsis pflegt meist nur zufällig entstanden zu sein, dadurch, daß bei dem Accentuiren die betreffende Sylbe mit größerer Stärke der Exspiration ausgesprochen wird, wobei nothwendig, wenn die Spannung der Stimmbänder dieselbe bleibt, der Ton etwas steigen muß. Die Höhenzunahme beträgt beim Vortrag selten einen ganzen, ja meist kaum einen halben Ton; es kommt somit weniger auf dieses Verhältniß, als auf die Ursache desselben, nämlich die verstärkte Exspiration an. Momentan verstärkte Exspiration und momentan länger anhaltende Spannung der Stimmbänder erfordern beide eine höhere Erregung der Nerven, als schwächere Ex-

spiration und kürzer andauernde Spannung der Stimmbänder. Bei den accentuirenden Versmaaßen wechselt kräftige und schwächere Exspiration in demselben Moment, in dem die Stimmritze verengt oder erweitert wird, bei den quantitirenden dagegen länger und kürzer andauernde Contraction der Muskeln, welche die Stimmritze verengern, neben abwechselnd intensiveren und schwächeren Exspirationen; dort sind es die der rhythmisch wiederkehrenden Veränderungen der Thoraxmuskeln, hier die Kehlkopfmuskeln die in eben diesem Rhythmus psychische Erregungen andeuten.

Bezeichnen wir im Allgemeinen jene vorwiegende Betonung, die der Ausdruck einer gesteigerteren Nervenerregung ist, mit Arsis, so werden wir sagen können, daß, je mehr Arsen in einem Metrum vorkommen, um so kräftiger, entschiedener, ernster der ganze Charakter des Gedichtes ist, je seltener dagegen, um so leichter, matter, kraftloser. Je öfter die Arsis mit der Thesis wechselt, um so lebhafter, beweglicher. Auch hier wieder jene nach Raum und Zeit mögliche Verschiedenheit in der Contraction der respiratorischen Muskeln, die im Allgemeinen schon die Anhaltspunkte bei den Temperamenten abgab. Die Stellung der Arsis und Thesis hat ebenfalls, wie auf- oder absteigende Scalen eines Musikstücks, seine bestimmte, nicht willkührlich erzeugte Wirkung.

Uebersehen wir die geläufigsten Combinationen von Arsis und Thesis, so ergeben sich folgend Metra

◡ ◡ Pyrrhichius.
— — Spondeus.
◡ — Jambus.
— ◡ Trochaeus.
◡ ◡ — Anapaestus.
— ◡ ◡ Dactylus.
◡ — ◡ Amphibrachus.

Vergleichen wir diese Metra mit Wellengängen, so entstehen folgende Formen:

Pyrrhichius.

Spondeus.

Jambus.

Trochaeus.

Anapaestus.

Dactylus.

Amphibrachus.

Aus zwei Gründen können die beiden ersten Füße nicht allein fortwährend auf einander folgen. Erstens sind in den Sprachen lange und kurze Sylben bunt durch einander gemischt [und das Verhältniß der beiden Sylben-

arten ist im Griechischen beiläufig 3 : 5 [1])], zweitens ist es physiologisch unmöglich, ganz abgesehen von der Sprache, die Exspiration bis zu Ende mit gleicher Intensität auszuführen; denn mit dem abnehmenden Volum des Thorax nimmt auch seine Comprimirbarkeit und damit die Intensität des Luftstroms ab; es müßte denn nach jedem Fuß eine Pause gemacht werden, wodurch das Metrum gleich starken auf einander folgenden Hammerschlägen entspräche. Ein solches Metrum kann nie gewählt werden, um psychische Vorgänge auszudrücken, weil die ihnen zu Grunde liegenden Vorstellungen unmöglich alle von gleicher Dignität sein können. Zwischen gewissen anderen Versmaaßen können jene Füße aber wohl eingestreut sein und haben dann eine bedeutungsvolle Stellung.

Ehe wir nun weiter zur Analyse der übrigen Metra übergehen, ein paar Worte, was uns bestimmt, dieselben mit Wellengängen zu vergleichen und warum wir ihnen gerade jene Form geben müssen. — Jede Welle besteht aus einem Thal und einem Berg; sie wird hervorgerufen, indem ein bewegliches Medium einen Anstoß bekommt, durch welchen es, um bei Lateralschwingungen stehen zu bleiben, aus seiner ursprünglichen Lage gerückt wird. Schwingende Körper haben die Eigenschaft durch ihre Elasticität wieder in jene Lage zurückzukehren, aber nicht mit einem Mal, sondern nach mehrmaligen Hin- und Herschwankungen. So entstehen Wellen, die einmal unter (Thal), einmal über (Berg) dem ersten Niveau zu stehen kommen. Bei fortschreitenden Wellen ist Berg und Thal immer gleich.

Wenn wir nun die Versmaaße mit solchen Wellen verglichen, so hatten wir jene in regelmäßigen Intervallen folgende maxima der Contraction der Thoraxmuskeln im Auge, die psychisch wiederkehrenden höheren Erregungen entsprechen.

Da nun zwei Kürzen gleich sind Einer Länge, so mußte die letztere als die für die halbe Welle geltende Einheit bezeichnet werden. In den Füßen nun, wo Eine Kürze und Eine Länge vorkommt, wurde es daher nothwendig, das Wellenthal in der Mitte abzuschneiden (jambus und trochaeus). Dies giebt uns zugleich die Möglichkeit, die Wirkung dieser Versmaaße noch deutlicher zu versinnlichen.

Geht man von denjenigen metris aus, die Eine vollständige Welle darstellen, wie der dactylus oder anapaestus, so werden wir von diesen im physiologischen Sinn Folgendes zu sagen haben.

Der dactylus beginnt mit verstärkter Exspiration und endigt mit nachlassender Intensität derselben. Umgekehrt der anapaestus. Im ersteren Metrum wird von Moment zu Moment (die relative) Ruhe gewonnen, im letzteren dagegen von Moment zu Moment neue Energie.

Die Zeitdauer der sinkenden und wachsenden Erregung sind in diesen beiden Formen gleich groß, so daß im ganzen Metrum ein gewisses Gleichgewicht herrscht, das auf psychischer Seite entweder aus der abwechselnd wiederkehrenden leidenschaftlichen Erregung oder Intensität des Strebens überhaupt, und abwechselnd wiederkehrenden Beherrschung der Leidenschaft, oder annähernden Passivität entspringt.

Jede poetische Ergießung ist das Resultat einer gesteigerteren inneren Erregung, mag deren Qualität sein, wie sie will. Die Ruhe, die nun im dactylischen Versmaaß [2]) von Zeit zu Zeit zurückkehrt, erzeugt den Haupt-

[1]) Freese, griechisch-römische Metrik, S. 33.
[2]) Ich spreche hier überall von unserer Art zu scandiren.

charakter des ganzen Metrums und findet sich daher vor allem in jenen mehr leidenschaftslosen Epen, in denen gleichwohl durch diese Ruhe an Kraft nichts verloren geht, da ja ihre Dauer nicht größer ist, als die Dauer der Arsis.

Im anapästischen Metrum dagegen muß erst die Arsis den Sieg über die Thesis erringen; von Augenblick zu Augenblick wird ein neuer Aufschwung der Erregung gewonnen, und obwohl auch hier noch ein Gleichgewicht zwischen Arsis und Thesis besteht, so gewinnt doch jene durch ihre Stellung an Bedeutung und prävalirt vor der letzteren.

Denn eben darum, weil sie erst aus einer Thesis emporkeimt, wird sie durch den Contrast noch mehr gehoben. Wir werden später sehen, welche Wirkung dieses Versmaaß auf das Gehör ausübt, hierher gehört nur, darauf hinzudeuten, warum die Dichter dieses Versmaaß vor Allem da anwenden, wo der sinkende Muth neu angefacht werden soll, wie in den Schlachtliedern des spartanischen Sängers. Das dactylische und anapästische Versmaaß verhält sich zu einander, wie die ruhige zur forcirten Respiration. Dort erfolgt die Exspiration, im Metrum die Ruhe (Thesis), mehr passiv als nothwendige Forderung, hier dagegen gewinnt sie als activer Akt die Oberhand über die Inspiration; die zwischen eintretende Ruhe ist hier erzwungen, während die erhöhte Erregung immer neue und neue Bewegung erfordert.

Dadurch, daß der Anfang jedes Verses mit einer Thesis gemacht wird, erscheint die Kraft des poetischen Aufschwungs gleichsam im ersten Moment gebrochen; eine deutlichere oder weniger deutliche psychische Depression läßt nicht vom Beginn an gleich die höchste Erregung auftreten, erst mit einem Anlauf eben durch die Thesis kann zur Arsis vorgeschritten werden. Das Zurücksinken zur zweiten Thesis kann aber nicht als ein Zeichen des überhandnehmenden Schwächegefühls betrachtet werden; denn es steht in vollem Gleichgewicht mit der vorhergehenden Arsis, sie tritt nur ein, um einen neuen Aufschwung vorzubereiten und diesen zu heben. So ganz verschiedene Wirkung wird ganz einfach nur durch den verschiedenen Anfang bewirkt, während Sylbenzahl und Zeitdauer der Arsis sowohl als Thesis ganz gleich sind.

Die gleichen Verhältnisse bietet in dieser Beziehung die Vergleichung zwischen jambus und trochaeus; allein bei diesen Versen kommt noch ein zweites Moment hinzu, nämlich die Ungleichheit der Zeitdauer zwischen relativer Ruhe (Thesis) und Bewegung.

Ehe nämlich im trochaeus bis zur vollkommenen Ausgleichung die Thesis, als Stadium der Erholung von der vorausgegangenen Erregung, die entsprechende Zeitdauer in Anspruch genommen hat, tritt schon wieder ein neuer Impuls auf, ähnlich wie bei dem jambus, wo nur deswegen die Thesis das eigentlich Maaßgebende für die Berechnung der psychischen Erregung ist, weil mit ihr der ganze Vers begonnen hat und zu ihr immer wieder die Erregung zurücksinkt. Charakteristisch für beide ist, wie gesagt, jene Ungleichheit der Zeitdauer zwischen Arsis und Thesis, daher ihnen eine leidenschaftlichere psychische Bewegung, eine gewisse Hast zu Grunde liegt, die dem dactylischen Versmaaß fehlt, oder eine mehr scherzende Heiterkeit, die der anapästische Rhythmus nicht kennt.

Aus dieser kurzen Hinweisung auf die eine Seite der Metrik wird es klar, wie nahe verwandt diese Kunst mit der Tonkunst, wie ihre Entstehung auf einfache Gesetze psychischer Bewegungen und physiologischer Nervenwirkung zurückführt. Wie unendlich mehr aber noch als der Gesang die Wir-

kung des Metrum modificirt wird durch die begleitenden Worte, braucht nicht angedeutet zu werden. Je mehr aber diese influiren, um so verwickelter wird die Berechnung jener somatischen Bewegungen, bis sie uns bei der Betrachtung der Prosa, also der articulirten Laute, fast ganz verläßt. Eine physiologische Betrachtung der Sprachen im Ganzen, eine physiologische Sprachvergleichung fehlt uns noch vollkommen.

Was fremde und eigene Untersuchungen mir hierüber gelehrt haben, werde ich im Artikel Stimme nachbringen, und jetzt zu dem letzten Abschnitt dieser Untersuchung übergehen, bei welcher uns stets dieselben physiologischen Gesetze als leitenden Fäden dienen sollen.

Wie in dem manchfachen Wechsel des Gesichtsausdrucks, in den verschiedensten Bewegungen der respiratorischen Muskeln immer die einzelnen Formen der Erregung von dem Centrum her sich abgespiegelt haben, ihr Ausdruck durch Schwäche oder Intensität, durch Langsamkeit oder Schnelligkeit, mit welcher sie auftraten, sich charakterisirte und dadurch Rückschlüsse zu machen erlaubte auf den jedesmaligen Erregungszustand der Psyche, so lassen sich auch beim weiteren Hinabschreiten der Erregung durch affective Impulse auf die Nerven des Rückenmarks die gleichen Unterscheidungsmerkmale auffinden; ja es genügte schon, nur auf die Einleitung zurückzuweisen, um über die Bewegungen des Rumpfes und der Extremitäten in verschiedenen Affecten und bei verschiedenen Temperamenten einige Aufklärung zu bekommen, wenn nicht ganz bestimmte Verhältnisse in der Organisation des Rückenmarks obwalteten, die hier eine größere Verwickelung der zu überschauenden Vorgänge herbeiführten.

Klar ist nämlich, daß, auch hier wieder ganz abgesehen von den willkührlichen Bewegungen, je nach der Stärke oder Schwäche des Affects die Erregung der Nerven auf höher gelegene Rückenmarkspartien beschränkt bleibt oder weiter nach abwärts vorschreitet, daß im ersteren Fall oft nur leise Bewegungen des Kopfes, dann der Hände und Arme des Rumpfes und endlich der Füße eintreten. Dieses allmählige Fortschreiten nach abwärts kann man an sich oder Andern nirgends leichter, als bei Beginn einer Tanzmusik wahrnehmen: wie man zuerst mit Wiegen des Kopfes, dann mit den Händen, dann mit Wiegen des Rumpfes auf den Schenkeln und endlich mit Bewegungen der Füße den rhythmischen Bewegungen des Taktes folgt: wie auch hier, wie bei den Mienen, die Temperamente durch festere oder nachlässigere Haltung, durch größere oder geringere Beweglichkeit sich charakterisiren. Weil aber behufs der Aufrechterhaltung des Körpers, des Tragens des Kopfes stets willkührliche Bewegungen mit in Anspruch genommen werden, und in den meisten Fällen wenigstens die oberen Extremitäten frei beweglich sind, so rufen Affecte, die mit nicht sehr großer Intensität auftreten, meist auch nur Bewegungen in den oberen Extremitäten hervor; die Gestikulationen beschränken sich daher häufig auf diese, während Bewegungen in den unteren Extremitäten verhältnißmäßig viel energischere Erregungen vom Gehirn her voraussetzen, wenn die willkührlichen, hier durch die Gewohnheit mehr stereotyp gewordenen Bewegungen aufgehoben werden sollen, und ein Zusammensinken in den Knieen oder ein heftiges Strecken (Stampfen 2c.) eintritt. — So weit sind die durch Affecte erzeugten Bewegungen direct vom Gehirn her angeregt. Allein durch die Organisation des Rückenmarks treten bei einem und demselben Affect in den oberen Extremitäten andere Formen der Bewegung ein, als in den unteren. Dort nämlich Beugung, hier

Streckung, oder umgekehrt. Wieder bei anderen Affecten tritt Beugung oder Streckung in allen Extremitäten, in dem Rumpf ein.

Hierüber haben wir nun zuerst Einiges aus der Experimental-Physiologie beizubringen, was uns diese so auffallenden Erscheinungen erklärt. —

Beugen und Strecken, jene beiden antagonistischen Bewegungen, welche von Huschke[1]) als die allen physiognomischen und mimischen Veränderungen der Muskeln zu Grunde liegenden Elementarformen betrachtet und von naturphilosophischer Seite zu den verschiedenen Affecten ins Licht gesetzt wurden, sind in ihrem Wesen keineswegs als so different und gegensätzlich zu betrachten, als sie in ihrer äußeren Erscheinung auftreten. Beugen und Strecken ist nicht die Wirkung von verschiedenen functionirenden Nervenfasern, sondern es sind nur die zufälligen Resultate der Einwirkung des in beiden gleichen motorischen Nervenagens auf Muskeln, welche in ihrem Verhältniß zu den beweglichen Organen als Antagonisten auftreten. Die Form der Bewegung ist nirgends darum eine von der anderen verschiedene, weil ein anderes motorisches Princip sie erzeugt, sondern darum, weil entweder die Structur der Muskelfasern (willkührliche oder unwillkührliche) oder die Angriffspunkte der Hebel bei den verschiedenen Muskeln und Muskelgruppen verschieden sind.

Engelhardt[2]) machte zuerst darauf aufmerksam, wie die obere Parthie des Rückenmarks bei ihrer Reizung die unteren Extremitäten streckt, dagegen die untere Parthie bei ihrer Reizung die unteren streckt, während sie die oberen beugt.

Diese Versuche, welche ich weitläufig verfolgt habe[3]), führten mich zu dem Resultat, daß das Rückenmark aus hinter einander gelegenen Centralpunkten besteht, die unter einander durch Fasern in Rapport stehen, und von welchen die Einen Beugung, die Anderen Streckung vermitteln, so daß das Rückenmark nicht als ein einfacher die Summe aller peripherischen Nerven vereinigender Conductor anzusehen sei, was Volkmann zur Genüge von anderer Seite her bewiesen hat.

Es liegen aber die einzelnen Punkte für die oberen und unteren Extremitäten so hinter einander:

	Obere	Untere
	Extremitäten.	
1)	Beugung	Beugung,
2)	Beugung	Beugung,
3)	keine Beugung und keine Streckung deutlich ausgesprochen,	
4)	Streckung	Beugung,
5)	Streckung	Beugung,
6)	Streckung	Streckung,
7)	Streckung	Streckung.

Die Zahlen beziehen sich hier, wo wir von Verhältnissen beim Menschen handeln, natürlich nicht auf die Wirbel, sondern sie geben nur im Allgemeinen an, wie sich die einzelnen Punkte im Rückenmark vertheilen, um diesen oder jenen Effect zu erzeugen. Am Rückenmark der Frösche und Kaninchen wissen wir genau, am wievielsten Wirbel Streckung oder Beugung bei

[1]) Huschke, mimic. et physiognomic. Fragm. physiolog.
[2]) Müllers Archiv 1840.
[3]) Müllers Archiv 1846. Heft I.

Reizung des darunter gelegenen Marks in oberer oder unterer Extremität erzeugt wird. —

Wenn demnach eine Erregung von oben nach abwärts in Folge eines Affects auftritt, so ist der erste Grad bezeichnet durch Beugung in allen Extremitäten und Beugung des Rumpfs.

Der zweite Grad charakterisirt sich dadurch, daß zwischen Beugen und Strecken eine Art Kampf auftritt, und weder das eine noch das andere deutlich ausgesprochen, sondern jedes nur halb, schwach zu Stande kommen kann, oder beides, sich sehr schnell abwechselnd folgend, Zittern erzeugt.

Der dritte Grad ruft Strecken der untern Extremitäten, Stampfen, festes Aufsetzen des Fußes auf den Boden, gleichzeitig Beugen der oberen Extremität hervor, die Faust ballt sich, die Arme werden angezogen und der Unterarm gegen den Oberarm bewegt. —

Im vierten Grad endlich Strecken der oberen und unteren Extremität, Strecken des Rumpfes bis zum Opitothonus. —

In diesen kurzen Andeutungen verschiedener Gesten wird man leicht die sie erzeugenden Affecte herausfinden und ihrer Intensität nach classificiren können, wenn man zugleich auf die nicht direct vom Affect hervorgerufenen, sondern die Art des, was man gewöhnlich Affect nennt, bestimmenden Antheils an willkührlichen Bewegungen mit ins Auge faßt.

Festzuhalten ist aber, daß wir uns hierbei immer eine gewisse Strecke des Rückenmarks in seiner ganzen Masse gleichzeitig vom Gehirn her erregt denken müssen, was wir um so leichter können, als wir uns ja das Rückenmark wie eine Reihe hinter einander liegender Apparate zu denken haben, welche durch eine einzige Faser vom Gehirn her in ihrer complicirtesten Wirkung in Bewegung gesetzt werden können, und gerade in Affecten um so sicherer in ihrer durch die Organisation begründeten Combination in Bewegung gesetzt werden, als der Wille nicht die verschiedenen den Apparat nur theilweise wirkenlassenden Gegenbewegungen anregt, somit also dem im Rückenmark vorliegenden Mechanismus freien Spielraum läßt.

Alle Affecte durchlaufen vom geringeren zum heftigeren Grad fortschreitend diese verschiedenen Formen der Bewegung an den oberen und unteren Extremitäten.

In der Freude des Kindes zeigen sich die Flexoren immer in größter Thätigkeit. Es klatscht in die Hände, reibt die Hände vor Vergnügen, drückt den Gegenstand seiner Freude an die Brust rc.[1]), springt in die Höhe, steckt den Kopf zwischen die Schultern (beugt den Nacken.)

In großer freudiger Ueberraschung entsteht aus dem Kampf zwischen Flexoren und Extensoren ein Kampf, der sich in dem Zittern vor Freude kund giebt, bis die Freude über plötzliche Lebenserrettung z. B. oder dergleichen sich in Ringen der Hände, Strecken der Arme, Erheben des Hauptes (Strecken des Nackens) kundgiebt, an den unteren Extremitäten aber die Flexoren die Uebermacht über die Extensoren gewinnen, und ein Zusammensinken in die Kniee eintritt.

---

[1]) Ich haben in einem Institut (Stetten in Würtemberg) einen 12jährigen Knaben zu beobachten Gelegenheit gehabt, der bei der geringsten Freude mit aller Anstrengung beide Hände zusammengedrückt und die Daumen krampfhaft gepreßt hat; bei geringster Freude zog er den einen Schenkel herauf und preßte darauf noch die Hände. Seine Kameraden gaben ihm daher scherzweise den Beinamen »Drucker«. Ermahnung und Spott konnten ihn nicht von dieser Gewohnheit abbringen.

Endlich kann die Freude in dem höchsten Grad eine solche Erschütterung des ganzen Rückenmarks erzeugen, daß ein Erstarren, Strecken in oberen und unteren Extremitäten eintritt.

Dieselben Stadien durchläuft das zum Affect gesteigerte Unlustgefühl. Der Kopf ist in der Traurigkeit gesenkt, die Faust gegen die Brust oder Stirn gepreßt; bei dem Stehen versagen die Extensoren ihren Dienst, von den Flexoren überwunden, oder im Liegen werden im Schmerz die Schenkel gegen den Leib gezogen und der Fuß im Knie gebeugt. Dann steigert sich das Schmerzgefühl wieder bis zum Zittern, wie in der Angst, der Furcht oder dem physischen Schmerz. Wenn das Schmerzgefühl sich bis zur beginnenden Verzweiflung erhöht, dann beginnt das Händeringen, das Ausstrecken der Arme, endlich das Aufspringen, Händeringen, Umherrasen, Stampfen der vollen Verzweiflung.

Wie verhält es sich aber bei dem Grad des Zornes und der Wollust, wo die unteren Extremitäten oft tetanisch gestreckt, während die oberen, wie im Coitus, gebeugt sind?

Ein Ueberblick über das oben aufgestellte Schema läßt keinen Punkt des Rückenmarkts finden, dessen Reizung gleichzeitig Beugung der oberen und Strecken der unteren Extremitäten hervorriefe. Bei dem Coitus kömmt hier ein complicirteres Verhältniß in Betracht, nämlich gleichzeitige Spinal-Reflexbewegung in den unteren und vom Gehirn her angeregte in unserem Sinn im Gehirn reflectirte oder auch willkührliche Bewegung. Wir müssen auch wiederum hier einige physiologische Facta vorausschicken.

Jede Reflexbewegung wird an dem Punkt des Rückenmarks zunächst erzeugt, wo die gereizte sensitive Faser eintritt (entspringt). Erst bei heftigeren Graden der Reizung verbreitet sich die Erregung der motorischen Nerven nach aufwärts.

Im Coitus wird das Rückenmark von zwei Seiten her erregt: einmal nämlich erzeugt die intensive Vorstellung (der Affect) eine Erregung der motorischen Nerven, die von oben nach abwärts steigt, und da also Beugung der oberen Extremitäten hervorruft. Nur krankhaft steigert sich der Affect so, daß Streckung der oberen Extremitäten eintritt. Im unteren Sacraltheil des Rückenmarks erzeugt die gereizte sensitive Faser der Geschlechtstheile eine Uebertragung des Reizes auf die zunächst gelegenen motorischen Nerven, auf den unteren Theil des Rückenmarks, der die Streckung der unteren Extremitäten hervorruft; bei der Heftigkeit der an dem unteren Theil des Rückenmarks erzeugten Reizung pflanzt sich die Erregung der motorischen Nerven, bis zum obersten Theil des Rückenmarks fort und erzeugt dort die Beugung der oberen Extremitäten, während der fort sich erneuernde Reiz unten immer von neuem Streckbewegungen in den unteren Extremitäten hervorruft; gleichzeitig aber giebt sich das Vorüberströmen (sit venia verbo) der Erregung an den Beuge-Strecknerven des Rumpfes durch entsprechende hinter einander auftretende Bewegungen im Kreuz kund.

Im Zorn, einem Affect, der psychologisch mit der Wollust das gemein hat, daß sein Culminationspunkt rasch erreicht und gleichsam mit einem Paroxismus sich abschließt, nicht wie Traurigkeit oder Schmerz und Freude auf seiner höchsten Höhe längere Zeit andauern kann, treten als Vorläufer verschiedene Bewegungen an den Extremitäten ein; der eigentlich vom Affect bedingte Charakter wird dem Individuum am besten dann klar, wenn es willkührliche Gegenbewegungen versucht oder macht, wobei es hauptsächlich an den Streckmuskeln Widerstand findet; dieser Widerstand wird am leichte-

sten dort überwunden, wo die größere Menge von Flexoren ist, und an höher gelegenen Parthien der Nervencentra. Oft beherrschen wir noch die Mienen, während eine Gesticulation doch unsere inneren Erregungen verräth. Im Zorn ist es also der durch den Willen vom Gehirn her angeregte Impuls, der momentan Beugung in den oberen Extremitäten zur Folge haben kann, während die unteren Extremitäten gestreckt werden.

Alle weiteren Nüancirungen der Gesten hängen zu sehr von der individuellen Gewöhnung und Beschäftigung ab, als daß sich für jeden einzelnen Affect der Grund ihres Entstehens bestimmt nachweisen ließe. Im Allgemeinen können wir nur sagen, daß, je weniger intensiv eine geistige Erregung auftritt, um so mehr derjenige Zustand der Muskelthätigkeit bemerkbar wird, welcher der relativen Ruhe derselben nahe kommt, daß also die Beugemuskeln des ganzen Körpers die Oberhand haben, während mit der Steigerung des Affects die Streckbewegungen vorherrschend werden, endlich, daß schnelle abwechselnde Bewegungen, wie bei den Mienen, so auch bei den Gesten, denjenigen Affecten zukommen, in deren Natur es liegt, daß sie mit abwechselnder Stärke in den Vordergrund treten und periodische Schwankungen machen, wie dies in der Freude jeder an sich leicht wahrnehmen kann.

Um jedoch in das so verwickelte Gebiet der Gesten wenigstens einige physiologischen Gesetzen entsprechende systematische Ordnung zu bringen, versuchen wir dieselben in willkührliche und in unwillkührliche und zwar 1) passiv unwillkührliche und 2) activ unwillkührliche einzutheilen.

Im Allgemeinen lassen die Ersteren keine rein physiologischen Gesetze ihrer Entstehung auffinden, eben weil sie auf einem Gebiet entspringen, das bis zu einem gewissen Grad vollkommen unabhängig von somatischen Verhältnissen ist; und weil sie oft durch eine große Reihe zwischenliegender Glieder von Vorstellungen bedingt sind, welche den Zusammenhang von Ursache und Wirkung fast bis zum Unkenntlichen zu verdecken im Stande sind. Allein gleichwol liegen in dem Mechanismus, dessen sich nun einmal die Seele auch bei vollkommener Willensenergie bedienen muß, bestimmte Gesetze vor, welche selbst die willkührlichen Gesten modificiren.

Das erste Gesetz, das hier an die Spitze zu stellen ist, ist das Gesetz der Gewöhnung. Durch sie wird eine willkührliche Bewegung gleichsam an die Gränze der unwillkührlichen gerückt, so daß zu unterscheiden schwierig wird, in welche Kategorie wir eine gegebene Bewegung zu setzen haben; vollständig unmöglich wird die Unterscheidung, wenn dieselbe zufällig zweckmäßig ist, eine Handlung ausführt, welche harmonisch mit der zunächst vorausgegangenen, sie bestimmenden Vorstellung und harmonisch mit der ganzen Individualität ist, an welcher sie beobachtet wird. Bei Mienen und Gesten, im engeren Sinne des Wortes, sind die meisten der Art, daß sie eben kein bestimmtes Wirken nach außen, keine eigentliche That vermitteln, sondern Zeichen bilden, welche Worte begleiten oder ersetzen sollen. Solche Zeichen können wie einzelne Worte oder sogenannte stehende Redensarten durch häufiges Sehen und häufige Nachahmung einem Individuum so geläufig werden, daß es auch da, wo andere Zeichen ebenso passend, oder noch passender wären, immer nur jener einmal angewöhnten sich bedient; und so werden wir nur aus ihrer zu häufigen, wenn auch oft ganz adäquaten Anwendung schließen können, daß sie nicht Folge eines directen, in dem Augenblick der Ausführung vollkommen freien Willensaktes sind, sondern, daß sie, wenn auch bewußt und auf den Grund eines bestimmten Willensaktes, doch der Form nach unwillkührlich, blos durch die Gewohnheit hervorgerufen sind. Nur die Beobachtung ihrer

häufigen oder zu häufigen Anwendung läßt somit ihre Natur erkennen, niemals aber ihre etwa nur einmalige, da sie häufig nicht mit den Impulserregenden Vorstellungen disharmoniren.

Je häufiger solche als bloße Angewöhnung erkannte Bewegungen auftreten, um so wahrscheinlicher wird es, daß das Individuum, an dem wir sie beobachten, weder in Beziehung auf sein Gemüth, noch in Beziehung auf seine Willensenergie jenen Grad der höheren, feinernen Entwickelung und inneren Stärke erlangt hat, den wir von einem wahrhaft Gebildeten voraussetzen müssen. Denn auf der einen Seite sehen wir, daß die unendlich vielseitigen Gefühlserregungen trotz der Möglichkeit in ebenso verschiedener Weise sich in Gesten kund zu geben, immer nur auf eine und dieselbe Weise beantwortet werden, auf der andern Seite finden wir, daß seine Willensthätigkeit nicht den Grad der Ausbildung erreicht hat, daß sie vollkommen frei, in jedem Augenblick schlagfertig, gerade den Theil des Muskelapparats in Bewegung zu setzen vermag, den die auftauchende Vorstellung vernunftgemäß verlangt, sondern daß dieselbe, blindlings möchte ich sagen, nur nach dem nächsten besten gebräuchlichsten Werkzeug greift.

Es ist ganz dasselbe wie bei dem Gebrauch der Sprache: der Ungebildete unterscheidet sich hier ebenso von dem Gebildeten, indem jener für die verschiedensten Gedanken immer nur eine und dieselbe Ausdrucksweise hat, ja häufig dieselben Worte immer und immer wiederholt, während der Gebildete den vielgegliederten Vorstellungsformen auch ebenso viel gegliederte und verschiedene Ausdrucksweisen zu leihen vermag.

Unbehülflichkeit des Ausdrucks und Unbehülflichkeit der Pantomimen gehen häufig Hand in Hand. —

Ein anderer Umstand bei Beurtheilung der willkührlichen Bewegungen und bei deren Entstehen ist aber folgender:

Es wurde im Eingang nachgewiesen, daß bei weitem die Mehrzahl der Bewegungen nicht psychisch, sondern rein somatisch vermittelt sind; daß mit zunehmendem Alter und mit zunehmender Cultur der Mensch die Menge und den Umfang der Bewegungen, die durch psychische Erregungen hervorgerufen sind, zu beschränken lernt; daß in dieser Beherrschung des jeden Augenblick und durch den leisesten Anstoß in Thätigkeit versetzbaren Mechanismus der Bewegungen das ächte Kriterium eines zur wahren Willensfreiheit gekommenen Menschen liegt; daß Ruhe in Haltung und Mienen im entscheidenden Augenblick besser den Mann erkennen läßt, als die energischste Bewegung, wie bei der Sprache, von welcher Lotze sagt:

»Schweigen lehrt uns erst das Leben.« —

Die unwillkührlichen Gesten können passiv und activ sein.

Da zur Aufrechterhaltung des Körpers im Stehen und Gehen ein fortwährender Impuls des Willens nothwendig ist, welcher gewisse Stellungen der Füße und des Rumpfes zur Folge hat, da gewisse Bewegungen der Hände und Arme meistens zu einem bestimmten Zweck ausgeführt und von der Willensthätigkeit bedingt sind, so werden dieselben in dem Moment aufhören, in welchem durch irgend einen Affect eine Vorstellung mit aller Gewalt auf einem Punkt concentrirt wird, welche in keinem Zusammenhang mit der steht, welche uns aufrecht, oder Arme und Hände in dieser oder jener bestimmten Stellung erhält. Alle Affecte können auf ihrem Höhepunkt eine solche vorübergehende Lähmung der motorischen Nerven zur Folge haben, worauf denn die Contraction der Muskeln nachläßt und eine scheinbare Bewegung in den Antagonisten auftritt, so daß eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung entsteht,

die aber eben darum keine active, sondern eine rein passive ist, weil sie auf einem bloßen Nachlaß der Contraction beruht. Passive Bewegungen sind es, wenn in der Traurigkeit das Haupt sich zur Brust herabneigt, wenn die kurz vorher noch ringenden Hände in den Schooß fallen, wenn die Kniee einsinken und der Trostlose sich auf die Erde niederwirft.

Passiv sind alle jene Bewegungen, die den Paroxismen der excutiven Leidenschaften folgen, wenn das überreizte Nervensystem weder die Befehle des Willens und der Vernunft, noch die nachwirkenden Erregungen der Leidenschaft zu den Muskeln zu leiten vermag, wenn der Aufregung des ganzen Nervengebiets jene Erschlaffung folgt, aus der es vielleicht nur die heterogenste Erregung wieder zu reißen vermag.

Activ aber sind jene unwillkührlichen Bewegungen, die durch unmittelbare Erregung der motorischen Fasern, entsprechend der Organisation des Rückenmarks, im Affect ohne Zuthun des Willens oft mit der größten Energie ausgeführt werden, und welche oben besprochen worden sind.

Nur die höchsten Grade des Affects (sei seine Natur, wie sie wolle) sind im Stande, den Willen so vollkommen aufzuheben, daß im ganzen Rückenmark nur die Gesetze der unwillkührlichen Bewegung herrschen.

Dadurch werden eben die Formen der Gesten so complicirt, daß häufig oft nur die eine Längs-Hälfte des Rückenmarks durch unwillkührliche Erregung die andere vom directen Willenseinfluß afficirt, oft in dem oberen Abschnitt willkührliche, in dem unteren Abschnitt unwillkührliche Bewegung erzeugt wird oder umgekehrt.

Die Combination der so bewegten Muskelmassen scheint häufig, und ist auch nicht selten ganz zufällig. Um uns daher nicht zu lange auf einem Gebiet von bloßen Möglichkeiten umherzutreiben, wollen wir nur einige Gesticulationen analysiren, deren Entstehen sich aus einfachen mechanischen Verhältnissen erklärt. Eine viele excitirende Affecte begleitende Geste ist das Stampfen mit dem Fuß. In Beziehung auf Art und Grad des Affects ist es natürlich ganz gleichgültig, mit welchem Fuß es geschieht. Der Affect verlangt intensive Streckung der untern Extremität; der Wille beherrscht immer noch soweit die Muskeln derselben, daß das Gleichgewicht nicht verloren geht, und die aufrechte Stellung beibehalten wird. In dem Moment, in dem der Affect eintritt, findet er daher nur den Fuß gleichsam zur Disposition vor, auf dem der Rumpf gerade nicht ruht. Dieser wird dann auch schnell gebeugt, um mit aller Kraft extendirt zu werden. Ruht der Rumpf auf beiden zugleich oder auf keinem, z. B. beim Sitzen, so ist es wirklich zufällig, welcher in Bewegung gesetzt wird, wenigstens verläßt uns hier eine sichere Berechnung.

Aus der Behauptung des Gleichgewichts und einer andern physiologischen Thatsache ergeben sich gewisse Stellungen, bei denen der eine Fuß gestreckt, der andere gebeugt erscheint. Experimente haben nämlich ergeben, daß bei nach und nach verstärkter Reizung ein und desselben Punktes des Centralorgans die Summe der dadurch erregten Fasern von oben nach unten auf derselben Körperseite zunimmt, und dann erst querhinüber auf die andere übergeht. Es wird daher ganz von der Intensität der centralen Reizung abhängen, welche Formen der Bewegung zu Stande kommen, so lange der Wille noch die Erhaltung des Gleichgewichts zu vermitteln vermag. Wenn in der drohenden Stellung des Zorns der rechte Arm gebeugt, die rechte Faust geballt ist, so wird der rechte Fuß gestreckt gestellt; um dies zu können und gleichzeitig das Vorfallen des Körpers zu verhindern, muß der

linke Fuß gebeugt werden. So wie die Leidenschaft sich steigert, wird ein Schritt weiter gemacht, d. h. jetzt der linke Fuß gestreckt, und der rechte unwillkührlich gebeugt, und mit diesem einzigen Schritt ist das ganze Bild ein anderes, die Stellung viel drohender — die Erregung ist jetzt auf die andere Seite des Rückenmarkes fortgeschritten. In der Regel zeigen sich dabei auch entsprechende Contractionen an der anderen obern Extremität, so daß die rechte und die linke oder wenigstens die erstere gestreckt wird, zum Beweis, daß die Erregung nicht allein sich in der Queraxe, sondern auch in der Längsaxe des Rückenmarks weiter ausgedehnt hat.

Auch hierbei ist nicht weiter zu berechnen, warum einmal auf der Rechten, einmal auf der Linken mit der Gesticulation begonnen wird. —

Vergleichen wir nun noch schließlich die Bewegungen der untern Extremitäten in den drei so verschiedenen Affecten des Zorns, der Freude und des Schmerzes. Wenn im Zorn die Energie der Muskelcontraction den höchsten Grad erreicht, so erreicht die Abspannung denselben im Schmerzgefühl; in der Freude, in der die Bewegungen auch noch mit einer gesteigerten Energie ausgeführt werden, haben sie aber bei weitem nicht den sich gleichbleibenden Charakter, sondern sie wechseln häufig in den verschiedenen Antagonisten. Aus dieser schnellen Abwechselung von Beugen und Strecken der untern Extremitäten entsteht das Hüpfen und Springen der Freude, das im Zorn nicht auftreten kann, weil die Extensoren ein entschiedenes Uebergewicht über die Flexoren gewonnen haben, und das in dem Schmerzgefühl nicht möglich ist, weil die Streckmuskeln ebenso wie die Beugemuskel von ihren erlahmten Nerven nicht zu Contractionen bestimmt werden können.

Wohl aber ist ein Aufspringen im Zorn möglich, wenn die plötzliche Erregung der Streckmuskeln die passive Contraction der Beugemuskeln überwindet, wie bei der sitzenden Stellung.

Bei den Bewegungen der einen oder andern obern oder beider Extremitäten ist nur so viel festzuhalten, daß, wenn beide zugleich in derselben Richtung bewegt werden, der Affekt intensiver sein muß, als da, wo die eine gebeugt, die andere gestreckt ist, oder eine eingeleitete willkührliche Bewegung nicht aufgegeben wurde. Sonst sind hier durch Gewohnheit, durch Zufälligkeiten aller Art die Combinationen zu verwickelt, als daß wir, ohne dem gerechten Vorwurf, zu viel erklären zu wollen, uns auszusetzen, nicht wagen durften, weiter in das Detail einzugehen. —

Unberechenbar bleibt die feinere Nuancirung aller der Geberden, wie sie aus dem schnell aufeinander folgenden Sieg bald dieser, bald jener die Oberhand gewinnenden Vorstellung hervorgehen.

Wir hatten im Bisherigen die willkührlichen Bewegungen stets nur als solche betrachtet, die den äußersten Punkt des Affects, welcher immer der gleiche ist, hemmen und dadurch die verschiednen Formen der Muskelcontractionen hervorrufen, welche wir bei den verschiedenen Affecten beobachten.

Es bleibt uns noch übrig zu untersuchen, was der Wille eigentlich durch Mienen und Gesten auszudrücken vermag, und in wie ferne diese gleichsam einen Commentar unserer Worte oder unausgesprochener Gedanken bilden können.

Von Anfang an lernen wir in der äußeren Umgebung eine Menge Widerstände kennen, welche sich intendirten Bewegungen entgegensetzen. Wir erfahren aber auch, daß sich viele dadurch beseitigen lassen, daß wir heftigere oder anhaltend wiederholte Contractionen unserer Muskeln gegen diese Widerstände wirken lassen. Dabei wird ein Beharren des Willens vorausge-

setzt, und ohne daß wir sagen können: der Wille gewinne an Intensität, scheint sich derselbe doch zu steigern, obwohl wir nur mehr organische Mittel in Bewegung setzen, ihn durchzuführen. Mechanische Hindernisse sind das Erste, mit welchen unser Wille in Conflict kommt; denn jede Bewegung eines Glieds über die Gränze der Unterstützungsebene des Schwerpunktes hinaus hat mit einem solchen zu kämpfen. Diese Ueberwindung mechanischer Hindernisse lehrt zuerst den Gebrauch der Organe, durch welche es dem Willen möglich ist, sie durchzuführen. Der Wille geräth aber bald auch mit den verschiedensten anderen Hindernissen in Conflict, welche sich nicht mechanisch den vom Willen bewegbaren Organen entgegenstemmen. Das von der Natur dem Willen gebotene, von ihm am häufigsten zur Ausführung bestimmter Zwecke benutzte Mittel kann vernünftiger Weise nur dann in Anwendung gebracht werden, wenn das beseitigt werden soll, was es beseitigen kann. Wo keine mechanischen Widerstände zu überwinden sind, sollten auch nicht Bewegungen eintreten, welche eben nur mechanische Hindernisse beseitigen können. Trotz dem werden unendlich viele Bewegungen ausgeführt, und zwar zu dem Zweck ausgeführt, Widerstände zu überwinden, auch dann, wenn eigentlich gar keine überwindbaren vorhanden sind. Welcher Zweck kann dann mit ihnen verbunden sein? Da der Wille kein anderes Organ hat, gegen die Außenwelt zu wirken, als die Muskeln, die Erfahrung von Kind auf aber lehrt, daß je energischer sie contrahirt werden, um so höhere Willensenergie vorausgesetzt wird, so wird durch die Bewegungen überhaupt Willensthätigkeit und durch den Grad ihrer Contraction der Grad der Willensenergie ausgedrückt.

Da große mechanische Hindernisse, wenn ihre Ueberwindung durch den Organismus möglich ist, wirklich nur durch große Willensenergie überwunden werden können, so ist auch nur in diesem Fall ein Rückschluß von der Energie der Contraction auf die Energie des Willens möglich. Ueberall, wo der Wille gegen andere Hindernisse zu kämpfen hat, läßt sich aus der Energie der Bewegung nicht auf die Energie des Willens direct schließen, und wo endlich vollends Hindernisse auf ganz anderem Weg und leichter beseitigt werden könnten, zeigt die Bewegung gerade durch ihre zwecklose Heftigkeit geringe Energie. Auf den Trugschluß von der Intensität der Bewegung auf die Intensität des Willens baut jeder, welcher in diesen Fällen die Ohnmacht seines Willens vor sich oder vor Anderen verbergen will.

Wo bestimmte Effecte mit bestimmter Energie ausgeführt werden, ist es leicht zu wissen, was mit der Bewegung bezweckt wird. Die Mienen und Gesten zeichnen sich aber dadurch aus, daß selbst, wenn sie willkührlich ins Spiel gesetzt werden, doch kein bestimmter Effect unmittelbar an sie geknüpft ist, so daß uns also dieser Anhaltspunkt der Beurtheilung ihrer Bedeutung genommen ist. Es fragt sich nun, ob ihre Form so ganz zufällig entstanden, und sich nur traditionell fortgeerbt hat, oder ob sich irgend welche bestimmende Gründe für sie finden lassen.

Es wurde oben schon gezeigt, daß das Selbstbewußtsein des Menschen nur dann ein vollkommen klares sein kann, wenn das unräumlich Ideale in räumlichen Bewegungen entfaltet und ausgebreitet wird. Jenem Idealen kommt eine Beweglichkeit in ganz ungemessenen Gränzen zu, eine vollkommen freie, welche durch keine in ihm liegende Bedingungen beschränkt ist. Die Beweglichkeit der Materie dagegen ist auf engere, und in Beziehung auf jene Unendlichkeit sehr enge Gränzen beschränkt. In den Bewegungen der Materie sind wir bei deren Beurtheilung immer auf den Zusammenhang

von Ursache und Folge hingedrängt, und auf der Seite der sensitiven Nerven, deren Erregung einen correspondirenden Ablauf geistiger Bewegungen hervorruft, haben wir für die Bezeichnung des letzteren kein anderes Mittel als die Anführung des ursprünglichen Moments, welches das Resultat der Veränderung auf diesem Nervengebiet hervorgerufen. So sprechen wir von einem drückenden, stechenden Schmerz &c., um die verschiedenen Qualitäten des letzteren durch Angabe der qualitativ verschiedenen Ursachen in dem Bewußtsein des Anderen hervorzurufen.

Wo die Ursachen selbst unbekannt sind, wie in den krankhaften Veränderungen der Eingeweide, bleibt uns kein anderes Mittel die darauf folgende Empfindung zu versinnlichen, als daß wir einer gleichen Empfindung ein gleiches ursächliches Moment unterschieben, welches erfahrungsgemäß durch andere Nerven eine annähernd gleiche Wirkung auf unser Gefühl ausübt. Wie wir innerhalb der rein körperlichen Gefühlserregungen vor unserem eigenen Bewußtsein schon die qualitativ verschiedenen Wirkungen auf die qualitativ verschiedenen Ursachen von einer Gruppe von Nerven, in welcher wir sie kennen, auf die andere, in welcher wir sie nicht kennen, übertragen, so tragen wir die geistigen Impulse auf die körperlichen über und von da aus wieder auf die Ursachen, welche analoge Empfindungen hervorrufen.

Durch dieses Uebertragen rein geistiger Impulse auf körperliche suchen wir uns und Anderen eine befriedigende Klarheit des Gefühles zu verschaffen, wobei die Befriedigung eben in dem Zusammenfinden von Ursache und Folge beruht. Dieselbe Uebertragung bedingt zugleich aber nur weitere Folgewirkung dieses auf körperliche Erregung reducirten geistigen Impulses welche in denjenigen Fällen sich auf die motorischen Centra fortpflanzt, in denen der körperlichen Erregung ohne Zuthun oder Abwehren des Geistes eine körperliche Bewegung folgt.

Dadurch wird zugleich eine Bewegung producirt, durch welche wir für Andere die Art des Gefühls näher bezeichnen, oder an uns selbst rein unwillkührlich auftreten sehen. Hieher gehören alle die Gesten, durch welche ein Schmerzgefühl, das Abwehren einer vorgestellten Gefahr in der Furcht, der Neugierde, des tiefen Nachdenkens (analog dem Lauschen auf eine erwartete Gehörsempfindung) &c. ausgedrückt wird, wobei die leitenden Vorstellungen des Geistes auf sinnliche Wahrnehmungen, und die an sie geknüpften willkührlichen oder unwillkührlichen Bewegungen reducirt werden. Je entlegener die rein geistigen Thätigkeiten von dem Gebiet ihrer somatischen Aeußerung sind, je mehr die psychische Affection seitab der Gränzen liegt, in welchen ein ähnliches Gefühl durch körperliche Erregung hervor gerufen werden kann, um so vielfacher wird die Art der Gesten sein, welche in dem Anderen ein Bild jener inneren Vorgänge reproduciren soll. Denn alle diese Mienen und Gesten können wir reproducirende nennen, indem sie in dem Anderen rückwärts wieder körperliche Erregungen hervorrufen sollen, um ihnen den entsprechenden psychischen Inhalt bestimmter unterlegen zu können. Scham, Andacht, Liebe, Hoffen sind Seelenzustände, welche auf das manchfachste sich äußern können, denn es liegen ihnen Erregungen der Psyche zu Grund, die sich manchfach in jedem Einzelnen nüanciren können, je nach der Individualität und der Situation Erregungen, denen viel weniger körperliche Erregungsformen entsprechen können, um ähnliche Zustände des Geistes hervorzurufen, als bei dem Schreck, der Furcht, dem Entsetzen und dergleichen, an welche sich die mit somatischen Veränderungen correspondirende Vorstellung der Wirkung des gefürchteten Objects

auf die Nerven leichter anknüpfen läßt. Erst wenn alle diese Stimmungen dem eigentlichen Affect zueilen, werden ihre Aeußerungsformen nach den oben entwickelten Gesetzen bei allen Individuen gleichartiger.

In welcher Weise sich die Sprache von den Gesten unterscheidet, werde ich in dem Artikel »Stimme« näher untersuchen. Hier will ich nur andeuten, daß viele Gesten ebenso unmittelbar wie die Sprache innere Zustände objectiviren können, ohne daß ihr eigentlicher Zweck ist, irgend welche Gefühle in dem Zweiten zu reproduciren. Diese Gesten sind durch Gewohnheit und Sitte bestimmt, keineswegs bei allen Völkern dieselben und wie die Sprachen ebenfalls verschieden. Dahin gehört das Nicken, das Winken, das Achselzucken, das Drohen &c. Während wir Deutsche z. B. beim Winken den Arm zuerst ausstrecken und dann gegen uns zu beugen, wenn wir jemand herbeirufen, macht der Italiener die entgegengesetzte Bewegung. Wenn wir, ohne sehr aufgeregt zu sein, drohen, erheben wir den Finger oder ballen die Faust, der gemeine Italiener aber knirscht gleich laut hörbar mit den Zähnen &c.

Alle diese willkührlichen Bewegungen können je nach ihrer Intensität verschiedene Werthe ausdrücken, welche der Geist ihren Veranlassungen beilegt. Dadurch bildet sich bei der Verschiedenheit der Gefühlskreise, bei der Verschiedenheit des Temperaments eine große Reihe der manchfachsten Formen, durch welche innere Vorgänge äußerlich signalisirt werden können, und die Subjectivität des Beobachters, welche eben nur ihre eigenen Zustände zuletzt als Maaßstab der Beurtheilung anlegen kann, hat einen weiten Spielraum, das Beobachtete richtig oder falsch zu deuten, zumal viele solcher ursprünglich vollkommen willkührlichen Bewegungen durch häufiges Wiederholen in den verschiedensten Fällen oft wieder ohne alles Zuthun des Willens wie unwillkührliche Bewegungen auftreten und ihre eigentliche Bedeutung maskiren können.

Oft und wiederholt eingeleitete Bewegungen vermögen nicht allein den Mechanismus der motorischen Centra mit der Zeit zu verändern, sondern die Organe selbst, an welchen wir die Bewegung wahrnehmen. Wir nehmen dieselben aber wahr an den Muskeln und an der Verschiebung der Haut und an den Ortsbewegungen der Knochen (an den Gelenken). An den Mienen ist die Stellung der Hautfalten das Erkennungszeichen für die Muskelcontractionen, welche unter ihnen vor sich gehen. Zwischen Haut und Muskeln liegt aber ein Fettpolster, von dessen Mächtigkeit es abhängt, wie weit es möglich ist, daß schwächere Contractionen schon äußerlich sichtbar werden können.

Diese Mächtigkeit des Fettpolsters hängt von der Ernährung ab, und indem auch diese von der Mitwirkung der Seele in gewissem Grad abhängig ist, hat man nicht mit Unrecht von dort aus ebenfalls Rückschlüsse auf gewisse geistige Processe und Zustände gemacht, welche jedoch stets eine anhaltende Wirkung voraussetzen, da die Rückwirkung der Seele auf die Ernährung nur eine sehr mittelbare und daher längere Zeit erfordernde sein kann.

Die Ernährung wird durch drei Gruppen von Ursachen vermittelt: durch die Blutbeschaffenheit, durch die Blutbewegung (Blutvertheilung), durch die chemischen Metamorphosen der Ernährungsflüssigkeit und der aus ihr hervorgegangenen Gewebe. Die Nerven können auf alle drei modificirend einwirken. Diesen Satz vollständig auszuführen, würde hier nicht am Ort sein; wir dürfen seine Wahrheit als feststehend annehmen, und haben hier nur im Allgemeinen die Thatsache zu erwähnen, daß durch Ruhe die Fettbildung befördert, durch Bewegung gehindert wird. Die Bewegung braucht aber nicht

in wirklich ausgeführten Muskelcontractionen zu bestehen, sondern kann durch Bewegungen d. h. Erregungen der Centra überhaupt ersetzt werden. Große Lebhaftigkeit des Geistes wird sich daher nicht mit großer Fettanhäufung vertragen; bei ihr finden wir daher auch die mehr markirten Züge, d. h. solche, bei welchen die einzelnen Muskeln mehr sichtbar sind und deren Contractionen sich leicht bemerkbar machen können, weil sie durch das laxe mit Fett erfüllte Zellgewebe nicht so verdeckt sind. Bei dem Kind und dem Weib herrschen etwas andere Bedingungen der Ernährung, zugleich aber auch bei Weitem nicht so intensive geistige Bewegung vor, als beim Mann, daher dort an den runderen Gesichtern die Mienen viel weniger bemerklich, die Züge mehr verwaschen und unbestimmt.

In Folge häufiger Contractionen der Muskeln werden sich auch nur da stärkere Falten der Haut ausbilden, wo geringere Fettmassen unter ihr ein stärkeres Verschieben der Hautparthieen zulassen, am meisten daher bei allen Menschen an der Stirne.

Häufig leitet man die starken Züge von einer Hypertrophie der Muskeln ab, die von einer oft wiederholten Contraction herrühren soll. Wir haben bereits erwähnt, daß dies nur von den Muskeln gilt, welche Widerstände zu überwinden haben, die größer sind, als daß sie von den Muskeln bei einer gegebenen Ernährung ihrer Masse sofort überwunden werden könnten. Das ist bei den Gesichtsmuskeln nicht der Fall, und ich habe mich an vielen Leichen überzeugt, daß diese scharfen Gesichtszüge niemals von einer Hypertrophie der Muskeln, sondern einer Atrophie des Fettgewebes herrührten. Es bedarf keiner Erwähnung, daß die Hautfalten immer rechtwinklich auf die Längsrichtung der Muskelfasern, bei Ringmuskeln parallel den Normalen stehen müssen.

Das Bleiben der Falten nach häufigen Muskelcontractionen, welche sie hervorgerufen haben, rührt von der Art des Wachsthums der Epidermis her, welches bekanntlich per appositionem geschieht, wobei die Lagerung der neu gebildeten Zellen von der Stellung der bereits entwickelten und älteren Schichten bedingt ist.

Wie weit dieser Schwund des Fettes mit der Blutbewegung zusammenhängt, lassen wir unberücksichtigt und gehen zu anderen Erscheinungen über, welche durch sie in Folge psychischer Erregungen hervorgerufen werden können.

Dahin gehört die vermehrte Secretion der Drüsen und die Schamröthe.

In physiognomischer Beziehung interessirt uns hier das Weinen vor Allem. Leider vermag ich hierüber wenig zu sagen. So viel ist gewiß, daß die reichlichere Thränensecretion immer erfolgt, wo eine Relaxation der Gefäßwandungen eintritt, mag sie nun Folge einer unmittelbaren Depression der Nervencentra oder Folge einer Ueberreizung sein. Daß die Thiere nicht weinen und der Mensch allein, kann nicht aus der Verschiedenheit der psychischen Constitution abzuleiten sein; denn das Thier vermag traurig zu sein und sich zu freuen. Es fühlt den Verlust der Freiheit, und hat das Gefühl der Ohnmacht in der Gefangenschaft: es hat ein Selbstbewußtsein, ein Gedächtniß für den Verlust, den es erlitten. Aber warum weint der Hund nicht, welcher über den Tod seines Herrn sich grämt und alle Nahrung verschmäht? Im mechanischen Apparat kann die Ursache auch nicht liegen, denn bei den gegebenen physischen Bedingungen im Nervensystem kann man reichlich Thränen aus den Augen der verschiedensten Thiere fließen sehen. Aus einem Krampf willkührlicher und unwillkührlicher Muskeln, der bei dem Erwachsenen einen Kitzel auf die sensitiven Nerven ausüben könnte, läßt sich die Erscheinung

ebenfalls nicht ableiten, denn bei dem Kind, welches dem Weinen nicht wehren will, fließen viel häufiger die Thränen. Speichelabsonderung kommt beim Zorn des Thieres so gut als beim Zorn des Menschen vor, also kann es in dem allgemeinen Verhältniß des sympathicus zum Gehirn ebenfalls nicht liegen, daß es bei dem Weinen nicht ebenso ist.

Die Thränen können bei ganz unbewegtem Zustande oder ruhigen Drehbewegungen des Auges nach allen Richtungen strömweis aus den Augen fließen, was ich oft beobachtet habe, und Thränen können willkührlich durch sehr starkes Zusammenpressen der Augenlider oft mit einem Mal abgeschnitten werden. Aus antagonistischer Wirkung vom Gehirn auf die Nerven der Thränendrüse (Henle) läßt sich die Erscheinung nicht erklären, weil sie eintritt bei Depression des ersteren so gut als bei einer gewissen höheren Erregung. Reflection von den sensitiven Cerebrospinal-Nerven in Folge von Erregungen in denselben, welche durch Muskelbewegungea veranlaßt wurden (Hagen), kann auch nicht unbedingt diese Erscheinung hervorrufen, weil Thränen oft ohne alle vorausgegangene Bewegung in den Gesichts- oder Augenmuskeln hervorbrechen. Mechanische Ursache allein kann sein: Relaxation der Gefäße der Drüse in Folge einer gesunkenen Energie ihrer Nerven mit darauf folgender reichlicherer Ausscheidung der Thränen; aber den weiteren Zusammenhang mit entfernteren Ursachen aufzufinden, ist mir nicht gelungen.

Von der Veränderung der Blutbewegung und Blutvertheilung ist noch eine zweite Erscheinung abhängig, nämlich die Schamröthe. Ihr Eintreten setzt jedenfalls eine gewisse Prädisposition in den mechamischen Apparaten voraus, denn es giebt viele Menschen, bei welchen der gleiche Grad der Scham diese Folge nicht hat, und an mir selbst habe ich oft Gelegenheit gehabt wahrzunehmen, daß die Neigung zu Erröthen in verschiedenen Zeiten verschieden groß ist, ohne daß ein physischer Grund gefunden werden konnte. Hagen erklärt ihr Entstehen aus einer vorwaltenden Beschäftigung der Aufmerksamkeit mit den Gesichtsmuskeln, in deren Folge von dort aus ein Reflex auf den Theil des sympathicus entsteht, welcher sich an den Gefäßen der entsprechenden Hautstellen vertheilt, in deren Folge Congestion, Blutüberfüllung der Capillaren auftritt. Für viele Fälle ist diese Erklärung gewiß richtig; häufig aber überfliegt das Gesicht eine Röthe, ehe man nur Zeit hat, an seine Physiognomie zu denken, ehe man noch bestimmte Bewegungen in den physiognomischen Muskeln versucht, um den geistigen Impuls zu verbergen. Ich erkläre mir die Erscheinung so: Irgend ein für uns werthvoller geistiger Anstoß ruft plötzlich eine Erregung der motorischen Centra hervor, welche an dem bewegtesten Organ am ersten sich äußert, nämlich am Herzen. Zu diesem gehen die vagi, deren Reizung einen momentanen Stillstand desselben hervorrufen kann. Dieser Stillstand, oder wenn es auch nicht bis dahin kommt, die momentane Verlangsamung des Herzschlags muß in der Circulation eine Verlangsamung der Blutbewegung hervorrufen, welche in den Capillaren, wo ohnedies die Bewegung am langsamsten ist, am größten sein wird. Denken wir uns nun hier auch nur einen Augenblick eine Stagnation, so wird der jetzt wieder eintretende Herzchoc verstärkt durch die sinkende Erregung der vagi (in der Scham), denn jetzt bedingen eben die sympathischen Fasern, ihres balancirenden Gewichtes gleichsam befreit, eine heftigere Action des Herzens, welche die Blutmasse in den Arterien mit größerer Schnelligkeit gegen die Capillaren hintreibt. Das dort momentan ruhende Blut bietet dem neu andringenden einen Widerstand, denn die vis a tergo in den Arterien hat jetzt nicht allein die bereits in Bewegung befind-

liche Blutsäule weiter zu schieben, sondern auch noch die zur Ruhe gekommene auf's Neue in Bewegung zu setzen.

Ehe dies geschieht, wird eine sich in einer gewissen Zeit erst ausgleichende Ueberfüllung der Capillaren mit arteriellem Blut entstehen, die zugleich noch begünstigt werden kann durch die bei deprimirenden Seelenzuständen eintretende Relaxation der Gefäßwandungen, und länger unterhalten werden kann durch länger andauernde heftige Herzbewegungen. Diese Veränderungen in der Circulation können aber nicht auf das Capillarsystem des Gesichts beschränkt bleiben, und bleiben es auch in vielen Fällen nicht. Ich habe oft das Erröthen über Gesicht, Hals, Nacken und Schultern beobachtet, in Hautparthien, auf welche gewiß die eigene Aufmerksamkeit nicht gerichtet war. Warum gerade die oberen Theile des Körpers zum Erröthen geneigter sind, dürfte aus Folgendem sich ergeben. Dem Blutstrom nach oben in den Arterien setzt sich die Schwere entgegen, den Blutstrom nach abwärts begünstigt die Schwere. Im gewöhnlichen Zustand ist bei sämmtlichen mechanischen Vorrichtungen, welche das Blut nach oben treiben, auch die Contraction des Herzens jedenfalls mitgerechnet. So wie dieselbe einen Moment aufhört, so bleibt es der Elasticität der Arterien allein überlassen, die Schwere und die Adhäsion in den Capillaren zu überwinden. Die Arterien ziehen sich zusammen, und so lange dies geschieht, geht die Circulation auch oben fort. Haben die Arterien das geringste Volumen erreicht, und erfolgt nicht sofort eine Contraction des Herzens, so bleibt das Blut in den Capillaren stehen, denn der Strom kann nicht durch die rückwärtsgehende Bewegung des Bluts in den Venen unterhalten werden, weil das Herz, obwohl erschlafft, nicht einen Hohlraum im Vorhof bildet, und der entgegengesetzte Punkt, nämlich die Aortenöffnung, durch die Semilunarklappen geschlossen ist. Die nächste Contraction des Herzens führt wieder neues Blut in die Arterien. Die vis a tergo und der Widerstand der ruhenden Blutsäule in den Capillaren muß die Arterien stärker anspannen, die Elasticität wird in den oberen und unteren Arterien mit vermehrter Kraft auf die in ihr enthaltene Blutsäule drücken; die Geschwindigkeit, durch welche der Stoß die Blutmasse in den Capillaren fortbewegt, wird verringert durch die Gegenwirkung der Schwere in den oberen und vermehrt durch dieselbe Schwere in den unteren Arterien: ob jedoch dieser Moment so bedeutend ist, daß in den unteren Theilen des Körpers nicht doch etwas ähnliches stattfindet, wie in den oberen, möchte ich nicht behaupten, und das eigenthümliche sich bis in die Fußspitzen fortsetzende Gefühl bei heftigem Erröthen gleichzeitig auch das Rothwerden der Hände, was ich an mir und Andern selbst häufig beobachtet habe, möchte darauf hindeuten, daß möglicherweise alle Capillargefäße durch eine gleiche Ursache überfüllt werden könnten, wie im Gesicht, nur scheinen dort die mechanischen Momente ihrem Entstehen am günstigsten, ihre Bedingungen aber noch nicht hinlänglich bekannt zu sein, um hierüber mit vollkommener Sicherheit urtheilen zu können [1]).

---

[1]) In den Fällen des ganz plötzlichen Erröthens, dem eine deutlichere oder undeutlichere Blässe vorausgeht, ist noch eine Erklärung möglich, daß nämlich die durch Erregung der vasomotorischen Nerven hervorgerufene Verengung der Capillaren den nachdringenden Blutwellen Widerstand entgegenstellt, in dessen Folge ebenfalls Anhäufung arteriellen Blutes auftreten wird.

Im Zorn und der Freude ist die Röthe vermuthlich Folge der lebhafteren Herz-

Nachdem wir so die verschiedenen Bewegungen untersucht haben, welche gewissen geistigen Vorgängen folgen können, hätten wir zu den durch öftere Bewegungen stereotyp gewordenen Zügen zurückzukehren, da wir ja, wie oben erwähnt, auch aus der Ruhe auf vorausgegangene oder wahrscheinlich eintretende Bewegungen bei bestimmter Veranlassung schließen können. Es wird leicht sein, aus dem Gesagten für jeden einzelnen Zug die Muskeln herauszufinden, deren häufige Bewegung er voraussetzt, wenn man sich von der Entstehung der Hautfalten in bestimmten Richtungen Rechenschaft gegeben hat. Wir können daher die Aufzählung der einzelnen Züge und ihre Entstehung übergehen und wollen uns nur noch am Schlusse einige Bemerkungen über den subjectiven Stand der Beobachtung erlauben, durch welchen die richtige Erkenntniß der Charaktere und Individualitäten so außerordentlich erschwert wird; es ist das jener Standpunkt, von dem aus Lavater eine auf unendlich vielen Beobachtungen gestützte und mit der größten Begeisterung und Ausdauer untersuchte Physiognomik gegeben hat. Die Kritik derselben würde uns hier zu weit führen, das Wahre an ihr haben wir selbst an vielen Punkten berührt, das Unrichtige könnte keine glücklichere Widerlegung finden, als die Lichtenberg'sche. Wir haben oft hervorgehoben, wie die Beurtheilung Anderer nur stets an den eigenen Zuständen gemessen werden kann; wie dieser Maaßstab an sich schon variabel, noch unzuverlässiger wird durch die Schwierigkeit der Selbsterkenntniß, so daß gerade, je tiefer alle Aeußerungen am Leib in den rein idealen Processen des Geistes wurzeln, uns selbst deren einzelne Glieder mit ihrem Zusammenhang zu erkennen um so schwieriger wird.

Die subjective Beurtheilung einer Individualität besteht aus drei Momenten: Erstens aus der Beurtheilung der Situation, zweitens aus der Vergleichung des Benehmens in derselben mit dem einer großen Anzahl anderer Individuen, und endlich drittens aus der Vergleichung des Grundes des Benehmens mit dem, welchen ein ähnliches Benehmen bei uns selbst voraussetzt.

Die gleiche äußere Situation hat nicht für jede Individualität die gleiche Bedeutung, den gleichen Werth. Je nach dieser Verschiedenheit wird sich aus dem, ob ein Zweiter sein Benehmen irgendwie ändert oder nicht, bestimmen lassen, ob seine Auffassung dieser Situation in Beziehung auf ihre Bedeutung mit der unsrigen harmonirt oder nicht. Häufige Erfahrungen haben uns gelehrt, daß der letztere Fall sehr oft eintritt, und dadurch lassen wir uns auffordern, unsere eigene Auffassung nicht von vorn herein als die allein richtige zu betrachten, sondern sie an der vieler Anderen zu prüfen. Das heißt, wir lernen die Werthbestimmung irgend einer Situation aus dem Umgang mit vielen Menschen. Diese Werthbestimmung werden wir um so mehr der Anderer accomodiren, je weniger die bestimmte Situation wirklich hohes ideales Interesse von vorne herein für uns hat. In allen Situationen dagegen, welche von der letzteren Art sind, gilt uns *unsere* Auffassung für die wahre, weil sie aus der entwickelten, zu einem Abschluß bereits gekommenen Individualität unseres Geistes stammte. Das Benehmen Anderer in solchen Situationen giebt uns sonach einen Maaßstab für die geistige Individualität, für das uns Werthvollste am Menschen überhaupt. Das Benehmen ist jedoch nicht das einzige, aus welchem wir hierauf

---

action, eine Anhäufung arteriellen Blutes wegen Mißverhältniß von Zu- und Abfluß in den Capillaren. Im Zorn kann die Blässe in Folge krampfhafter Verengung der Haargefäße entstehen, von dessen Dauer und dem darauf folgenden Zustand der vasomotorischen Nerven es abhängt, wie lange die Blässe besteht und ob sie in Erröthen übergeht oder nicht.

zurückschließen können, sondern hierzu hilft uns gleichzeitig die Mittheilung durch die Sprache. Durch sie erhalten wir zunächst Kunde über die inneren durch Aeußeres hervorgerufenen geistigen Vorgänge, und da weitere Erfahrung uns lehrt, daß auch bei ganz gleicher Auffassung des für uns Werthvollen gleichwohl große Verschiedenheit in Gesten und Mienen auftreten kann, so beurtheilen wir, wo jenes Hülfsmittel der Erkenntniß uns fehlt, die letzteren aus den größeren bereits gemachten Beobachtungsreihen, und die Richtigkeit unserer Beurtheilung hängt von dem Umfang unserer Menschenkenntniß ab.

Bei der Erwerbung dieser influirt jedoch stets unsere eigene Art zu fühlen und zu handeln, und dieser Maaßstab schwankt um so mehr, je weniger es sich um die letzten Mittelpunkte unserer geistigen Thätigkeiten handelt, wodurch er nicht allein im Allgemeinen ein blos relativer sein wird, sondern auch für jeden einzelnen Fall, in welchem die Schwankungen unserer eigenen Stimmungen gleichgültiger sind.

Nun ist es Thatsache, daß der Eindruck, welchen eine Persönlichkeit auf uns macht, nie außer Zusammenhang mit irgend welcher Situation steht, in welcher derselbe erregt wird. Dabei ist es ferner nie eine einzelne Miene oder Geste als solche, welche den Ausschlag giebt, sondern es ist der Ueberblick über die ganze Individualität, an welcher sie auftritt. Jene ist gleichsam nur der eine gebrochene Strahl des ganzen Bildes, welches wir durch ihn ergänzt finden. Der Totaleindrnck wird hervorgerufen durch die vorausgegangenen bereits längere Zeit bestandenen Vorgänge im Geist, durch welche dieser auf die ganze äußere Erscheinung des Menschen mittelbar zurückzuwirken vermag. Sympathien, welche ohne Rücksichtnahme auf das Ganze an eine Einzelerscheinung anknüpfen, sind die weniger stichhaltigen, obgleich auch die anderen manchfache Quellen der Täuschung in dem unzuverlässigen Maaßstab der Beurtheilung enthalten, und nur diejenigen haben in sich eine Gültigkeit, welche auf der erkannten Harmonie der höchsten geistigen Interessen basiren. Das Bewußtsein dieser und die Erkenntniß derselben an Anderen gehört aber einer Entwicklungsperiode an, in welcher gerade, wie früher erwähnt wurde, das eigentliche Gefühl der Sympathie weniger intensiv ist; und so werden wir dahin getrieben, diese Erkenntniß der Harmonie zweier Individualitäten von dem instinctiven Gefühle zu trennen, welches jener Erkenntniß [1]) vorangeht, und um so intensiver ist, je weniger Klarheit die letztere besitzt, das sich aber doch immer auf jenen geistigen Mittelpunkt bezieht, und auf einen Rapport zwischen dem Geist verschiedener Menschen hinweist, welcher nicht mehr erklärlich ist, als der zwischen Magnetiseur und Magnetisirten, und hier wie dort nur in verschiedener Weise an den mit geistigen Vorgängen correspondirenden leiblichen Veränderungen anknüpft.

Dr. E. Harleß.

---

[1]) Fühlen und Erkennen haben wir in der ganzen Abhandlung noch, so wie es gewöhnlich angenommen wird, als Begriffsbestimmungen verschiedener geistiger Functionen gelten lassen; eine erschöpfende Untersuchung ihrer Unterschiede hätte den Raum dieser Blätter zu sehr überschritten, so daß dieselbe späteren Zeiten vorbehalten bleiben mag.

Thränensecretion.

Die Augen des Menschen, sowie sämmtlicher Wirbelthiere mit Ausnahme der im Wasser lebenden nackten Amphibien und der Fische, sind mit Apparaten versehen, welchen die Befeuchtung derselben mit einer wässerigen Flüssigkeit, den Thränen obliegt. Diese letzteren waren bis dahin nur selten der Gegenstand einer genaueren Untersuchung. Ihre chemische Zusammensetzung wurde nur einmal und zwar bereits vor langer Zeit untersucht; die Quelle ihrer Secretion, über welche von den älteren Ophthalmologen so viel geschrieben und gestritten wurde, hat bei den Physiologen, namentlich denen unserer Tage, wenig Beachtung gefunden. Dennoch scheinen die Thränen in mehrfacher Beziehung von Interesse. Während nämlich das allgemeine Vorkommen derselben in der ganzen Reihe der Wirbelthiere auf eine innige Beziehung zu der functionellen Integrität des Sehorgans hindeutet, beurkunden sie gleichzeitig beim Menschen, als beredte Zeugen von Leid und Freude, die lebendige Wechselwirkung, in welcher die Vorgänge in der gemüthlichen Sphäre des Seelenlebens mit unserer Leiblichkeit stehen.

Die Beschaffenheit der Thränen, wie sie unter den gewöhnlichen Verhältnissen secernirt werden, ist nicht bekannt. Die geringe Menge, welche hier abgesondert wird, kann nicht gesammelt werden, weil sie theils verdunstet, theils dagegen durch die Thränenwege sofort abgeführt wird. Die Untersuchungen dieser Flüssigkeit, welche bisher angestellt werden konnten, betrafen Thränen, die bei excessiv gesteigerter Secretion abflossen. Sie unterscheiden sich daher, wie es unter analogen Verhältnissen in anderen Drüsen der Fall ist, wahrscheinlich durch größeren Wasserreichthum, vielleicht auch noch durch andere Momente von den normalen Thränen.

Außerdem ist noch zu bemerken, daß die Thränenflüssigkeit keineswegs als das reine Secret einer Drüse zu betrachten ist, sondern daß, wie wir später sehen werden, mehre Organe zu ihre Bereitung beitragen.

Die Thränen stellen eine wasserklare farbelose Flüssigkeit von salzigem Geschmack dar. In einzelnen Tropfen erscheinen sie vollkommen durchsichtig; in größerer Menge angesammelt lassen sie beim Stehen eine weiße flockige Masse fallen, die aus lauter Pflasterepithelien der Bindehaut besteht. Außer diesen und einzelnen Fetttröpfchen von dem Secret der Meiboomschen Drüsen sind in den Thränen keine Formelemente vorhanden. Ihre Reaction ist alkalisch; sie färben geröthetes Lackmuspapier stark blau, jedoch nicht immer gleich intensiv. Der Grad der Alkalescenz scheint also nicht immer derselbe zu sein. Auf einem Glasplättchen eingetrocknet, hinterlassen sie eine fein-

körnige Materie, Fetttröpfchen und zahlreiche cubische Krystalle von Kochsalz mit unentwickelten Formen in Gestalt farrenkrautähnlicher Verästelungen[1]).

Die chemische Natur der Thränen wurde 1791 von Fourcroy und Vauquelin untersucht. Sie fanden außer Wasser Kochsalz, Spuren von phosphorsaurem Alkali und Erdphosphate nebst einer unbestimmten organischen Materie, die man unnöthiger Weise später Thränenstoff nannte. Der letztere stellte eingetrocknet eine gelbliche Masse dar, welche im Wasser sich nicht wieder löste, von verdünntem Alkali aber aufgenommen wurde. Die Gesammtmenge der festen Bestandtheile betrug ungefähr 1 Procent.

Die von mir angestellten Untersuchungen betrafen theils Thränen, welche unter Einwirkung des elektromagnetischen Rotationsapparats aus den Augen gesunder Individuen abflossen, theils solche, die bei scrophulösen und rheumatischen Ophthalmien in großer Menge secernirt wurden. Ein wesentlicher Unterschied der ersteren von den letztern, eine sogenannte Schärfe der Thränen, welche von den Ophthalmologen angenommen wird und die wohl nur in der Vermehrung des Alkaligehalts gesucht werden könnte, war nicht nachweißlich.

Die Epithelien wurden abfiltrirt: das klare Filtrat trübte sich beim Kochen milchicht; ebenso durch Salpetersäure; die Trübung wurde durch Kalilauge gelöst, durch Essigsäure gefällt, im Ueberschuß wieder gelöst und durch Kaliumeisencyanür gefällt. Sie bestand also aus Albumin. Nach der Entfernung des Albumins wurde das Filtrat noch durch Alkohol und Gerbsäure gefällt: beim Verdunsten blieb außerdem den Krystallen eine geringe Menge graulich gefärbter organischer Materie zurück, nebst Spuren von Fett. (Schleim und beigemengtes Secret der Meiboomschen Drüsen).

Die Quantität der festen Bestandtheile schwankte von 0,94 bis 1,30 Procent. Die größere Zahl rührt hauptsächlich von vermehrter Epithelialabschuppung her. Die Menge der Asche betrug 0,42 bis 0,54 Procent. Sie bestand hauptsächlich aus Chlornatrium; phosphorsaures Alkali war in sehr geringer Menge vorhanden, außerdem Spuren von Erdphosphaten, dem Epithelium und Albumin angehörig.

100 Theile Thränen enthielten:

	I.	II.
Wasser . . .	99,06	98,70
Feste Bestdth. .	0,94	1,30
Epithelium . . .	0,14	0,32
Albumin . .	0,08	0,10
Chlornatrium, Phosphorf. Alk., Erdphosph., Schleim, Fett	0,72	0,88

Ueber die Quelle der Thränensecretion ist, obgleich seit langer Zeit ein eigenthümliches drüsiges Organ als solche anatomisch nachgewiesen war, viel gestritten worden. Man sah sich nämlich schon früh veranlaßt, außer der eigentlichen Thränendrüse noch andere Quellen dieser Flüssigkeit anzunehmen,

[1]) Die gewöhnliche Angabe, daß diese farrenkrautartige Formen aus Salmiak bestehen, ist irrig. Sie gehören wie die Cuben dem Kochsalz an. In der Regel kann man kleine Cuben in den Kreuzungsstellen der Arborisationen wahrnehmen.

theils weil directe physiologische Beobachtungen, wie sie von Haller, Zinn, J. Janin u. A. gemacht wurden, dafür sprachen, theils dagegen weil pathologische Fälle, in welchen ungeachtet der Destruction der Thränendrüse oder der Verschließung ihrer Ausführungsgänge die Augen nach wie vor befeuchtet wurden, eine solche Annahme zu fordern schienen. Die Ansichten der Ophthalmologen schwankten seit dieser Zeit, namentlich seit Janin die Frage gründlicher beleuchtete, zwischen zwei Extremen. Während die Einen mit J. L. Petit nur die Drüse als Secretionsorgan der Thränen gelten ließen, leiteten die Andern den größeren Theil dieser Flüssigkeit von der Durchschwitzung des humor aqueus durch die Hornhaut her, oder suchten gleichzeitig der Conjunctiva wenigstens die theilweise Bereitung derselben zu vindiciren. Eine genügende Erledigung der Sache konnte durch die Gründe und Gegengründe, welche man beibrachte, nicht erreicht werden, einestheils weil die Gesetze der Transsudation, welche die neuere Zeit, wenn auch erst stückweise, zu Tage förderte, noch gänzlich unbekannt waren, anderntheils weil die chemische Natur der Thränen seit der Arbeit von Fourcroy und Vauquelin keine weitere Berücksichtigung fand. Daß aber die An- oder Abwesenheit eigenthümlicher ein drüsiges Organ voraussetzender Secretionsproducte, die auf experimentellem Wege zu prüfende Fähigkeit der Cornea und Conjunctiva wässerigen Flüssigkeiten den Durchgang zu gestatten, die Veränderungen, welche das Blutserum bei der Transsudation durch einfache mit Epithelium bedeckte Häute erleidet, die Punkte sind, auf welche hier vorzugsweise Rücksicht zu nehmen ist, liegt auf der Hand. Sie werden uns in Verbindung mit directen Versuchen an Augen lebender Thiere, soweit dieselben hierfür zugängig sind, in dem Folgenden leiten.

1. Die Thränendrüse als Quelle der Thränen.

Diese am äußeren Theile der Augenhöhlendecke gelagerte, durch ein fibröses Blatt in zwei Läppchen (die glandula lacrymalis superior sive innomita Galeni und die inferior sive glandula congregata Monroi) getheilte Drüse kommt in Bezug auf ihren feineren Bau mit den conglomerirten Drüsen, insbesondere der Speicheldrüse überein. Die Elemente derselben werden nach außen von einer festen aus Bindegewebe bestehenden Hülle umgeben, welche, wie auch schon Pappenheim bemerkte, sehr reich an elastischen Fasern ist und dadurch für die rasche Entleerung des Secrets von Wichtigkeit wird. Die Acini der Thränendrüse wechseln in ihrer Größe von $^1/_{60}$ bis $^1/_{30}$‴; Krause fand $^1/_{64}$ bis $^1/_{42}$‴, Huschke dagegen $^1/_{27}$‴. Sie enthalten meistens rundliche Zellen von $^1/_{250}$ bis $^1/_{200}$‴ nebst Kernbildungen von $^1/_{400}$ bis $^1/_{320}$‴: nicht selten fehlen indeß ausgebildete Zellen gänzlich und nur Kerne und feinkörnige Moleküle sind vorhanden.

Mehre Acini vereinigt geben einen dünnen Ausführungsgang ab, der sich bald mit anderen verbindet. Aus diesen Aesten, die sich baumförmig unter spitzem Winkel vereinigen, bilden sich 6 bis 12 Gänge, welche außen aus der Länge nach verlaufenden Bindegewebsfasern bestehen, innen aber einen Epithelialüberzug von sehr regelmäßigen kegelförmigen Zellen besitzen. Sie treten aus der hohlen Fläche der Drüse hervor und münden strahlenförmig auseinanderlaufend in der Conjunctiva unter dem äußeren Theil des Augenlides, etwa 1‴ oberhalb der blinden Enden der Meiboomschen Drüsen (Huschke). Ihre Ostien, welche in einem nach unten offenen Halbkreise stehen, sind sehr fein und daher beim Menschen schwerer nachzuweisen,

als bei den größeren Säugethieren. Jedoch wurden sie auch hier von zuverlässigen Beobachtern gesehen. Santorini, Winslow, Lieutand, Cassebohm, Hunter (Med. comment. Lond. 1762 p. 54) Wrisberg, Rosenmüller, Sömmering (Icon. oculi human. Tab. II. Fig. 10, 14, 15.) Scarpa, Huschke u. A. lieferten genaue Beschreibungen derselben. An Augenpräparaten, welche längere Zeit in Wasser mit aufgelöstem Blutfarbstoff lagen, kann man sie in der Regel leicht auffinden. Die Zweifel, welche in neuester Zeit Martini[1]) über ihr Vorhandensein laut werden ließ, sind also unbegründet.

Von einigem Interesse ist der Innervationsapparat unserer Drüse. Die Nerven derselben sind nämlich sämmtlich Zweige eines rein sensitiven Stammes, des ersten Astes des Trigeminus. Die mikroskopischen Untersuchungen des n. lacrymalis gaben jedoch hierüber Licht, indem durch dieselben ein großer Reichthum an feinen sympathischen Fasern nachgewiesen wurde. R. Wagner fand das Verhältniß derselben zu den breiten Fasern sehr bedeutend; Volkmann und D'Alton[2]) beobachteten in einem Zweige 10 Mal mehr feine, als breite Fasern. Bei einem Lamme sah ich in einem Aste dieses Nerven auf 3 nahe zusammenliegende breite Fasern wenigstens 40 schmale; in einem anderen Zweige war das Uebergewicht der dünnen Fasern nicht so bedeutend, wenn auch immer noch deutlich ausgesprochen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die eben beschriebene Drüse das hauptsächlichste Secretionsorgan der Thränen ausmacht. Die Beweise, auf welche Janin[3]) und seine Nachfolger die Behauptung zu stützen suchten, daß durch die eigentliche Drüse nur eine sehr geringe Menge der Thränen secernirt werde, die Art und Weise, wie in neuerer Zeit Martini[4]) derselben jeden Antheil an der Thränenbereitung absprechen wollte, sind keineswegs an und für sich genügend und werden außerdem durch andere Thatsachen vollständig widerlegt. Alle Umstände, welche Janin u. A. zu Gunsten ihrer Meinung herbeiziehen, wie die starke Befeuchtung eines über den Bulbus ausgebreiteten Läppchens in der Gegend der Cornea und andere von der Drüse entfernten Parthien, die gleichbleibende Secretion nach Umkrempelung der Augenlider und Compression der Ausführungsgänge; ferner die Experimente, welche Martini anstellte, die fortdauernde Thränenbereitung nach der Exstirpation aller drüsigen Organe, alles dies beweist nur, daß die Thränendrüse nicht das einzige Organ der Secretion ist, nicht aber, daß sie nur einen geringen Theil derselben liefere oder gar an der Absonderung derselben überall keinen Theil habe. Es giebt im Gegentheil Thatsachen, welche mit Bestimmtheit darthun, daß die größere Menge der Thränen von der Drüse herrühre.

Dahin gehören die Beobachtungen von Bernard[5]) und Textor[6]), welche unheilbares Thränenträufeln durch die Exstirpation der Drüse vollständig beseitigten; ferner die von mir wiederholt constatirte Thatsache, daß nach Entfernung der drüsigen Organe bei Kaninchen[7]) und Hunden die Au-

---

[1]) Von dem Einflusse der Secretionsflüssigkeiten auf den menschlichen Körper rc. Constanz 1843.

[2]) Dies Wörterb. Bd. II. S. 598.

[3]) Mémoires et Observat. sur l'oeil etc. Paris 1772.

[4]) l. c. S. 25.

[5]) Annal. belg. d'Oculist par Fl. Cunier Tom X. p. 200. u. Tom XIV. p. 42.

[6]) v. Ammon und v. Walther. Journ. f. Chir. Bd. IV. Hft. 3.

[7]) Beiläufig kann hier bemerkt werden, daß die Harder'sche Drüse, welche bei Vö-

gen durch mechanische und chemische Reize nicht zum Ueberfließen gebracht werden können.

Wenn auch auf diese Weise festgestellt ist, daß die Thränendrüse als die hauptsächlichste Quelle der Thränen betrachtet werden muß, so spricht doch gleichzeitig der Umstand, daß nach Entfernung der Drüse sowohl in den Fällen von Bernard und Textor, als auch bei den von mir angestellten Versuchen die Augen fortdauernd ihren Glanz behielten und befeuchtet wurden, für andere Wege der Thränenbereitung, die noch berücksichtigt werden müssen. Sie wurden bisher theils in der Durchschwitzung des humor aqueus durch die Hornhaut, theils dagegen in der secernirenden Thätigkeit der Bindehaut gesucht. Wir betrachten daher

2. Die wässerige Feuchtigkeit der vorderen Augenkammer als Quelle der Thränen.

Schon St. Yves, Palfin, Winslow und Didier suchten einen Theil der Thränenbereitung auf einfache Transsudation des humor aqueus durch die Hornhaut zurückzuführen. J. Janin[1]), welcher diesen Vorgang genauer studirte, glaubte am lebenden Auge Tröpfchen durch die Cornea austreten zu sehen. Er leitete sogar eine Art des Thränenträufelns von einer krankhaften Erweiterung der Hornhautporen her. Von den neueren Ophthalmologen traten Wardrop, Rosas, Jüngken, Rognetta u. A. dieser Ansicht bei; unter den Physiologen suchte Arnold[2]) derselben eine anatomische Basis zu geben in den Saugadernetzen der Cornea, welche den humor aqueus aufnehmen und an der äußeren Fläche wieder absetzen sollten.

Es ist an und für sich nicht unwahrscheinlich, daß die wässerige Feuchtigkeit das Gewebe der Hornhaut durchdringt und an der Außenfläche derselben tropfenförmig austritt. Bewiesen ist jedoch dieser Vorgang nicht, indem die Argumente der eben erwähnten Autoren keineswegs genügend sind. Es kommt hier darauf an, ob das Gewebe der Cornea für tropfbare Flüssigkeiten von der Zusammensetzung der wässerigen Feuchtigkeit bei dem Drucke, unter welchem die letztere steht, durchgängig ist oder nicht. Um diese Frage zu prüfen, wurden folgende Versuche angestellt. Die Cornea eines frisch getödteten Thieres wurde vor eine 2,4''' weite und 2' lange Glasröhre gespannt, sorgfältig befestigt und bis auf den der Röhrenmündung entsprechenden Theil mit Copalfirniß überzogen. Die Röhre wurde mit destillirtem Wasser gefüllt und mittelst eines durchbohrten Korks in eine weite Probirröhre befestigt. Die Oberfläche der Cornea blieb zwar feucht, jedoch bildeten sich auf ihr keine Tropfen; es konnten solche auch mit der Lupe nicht wahrgenommen werden. Erst nach mehren Stunden fingen die Wände der Probirröhre an sich mit Feuchtigkeit zu beschlagen, nach 24 Stunden

---

geln und vielen mit einer Blinzhaut versehenen Säugethieren, wie bei den Kaninchen sehr entwickelt ist, keinen Beitrag zur Thränenbereitung zu liefern scheint. Die Drüsenzellen derselben haben nämlich mit denen der Thränendrüse keine Aehnlichkeit, sondern sie gleichen denen der Meiboomschen Drüsen und sind, wie diese mit Fetttröpfchen vollständig angefüllt. Es spricht dies Verhalten für ein ähnliches fettiges Secret, wie das der Meiboomschen Drüsen und der Thränencarunkel; die Absonderung eines wässerigen Fluidums erscheint dagegen sehr unwahrscheinlich.

[1]) l. c. p. 68.

[2]) Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen. 1832. S. 48.

hatten sich 0,16 grm. verdunsteten Wassers in der Probirröhre condensirt. Derselbe Versuch mit Wasser, dem eine geringe Menge Kochsalz zugesetzt war und mit anderem, welches eine kleine Quantität basisch phosphorsauren Natrons enthielt, wiederholt, führte zu demselben Resultat. Ebenso wenig ließ sich durch größeren Druck mittelst einer 3 und 5' langen Wassersäule Flüssigkeit tropfenförmig durchpressen. Es schien hiernach, daß die mit einem dicken Epithelialüberzuge versehene Cornea das Durchdringen tropfbarer Flüssigkeiten überall nicht zulasse, sondern, wie es Krause von der Epidermis der Haut nachgewiesen hat, nur eine Verdunstung gestatte. Versuche über die endosmotischen Eigenschaften derselben ließen jedoch Strömungen nach beiden Richtungen wahrnehmen. Dieselbe waren indeß sehr schwach.

Ebenso wenig wie in den beschriebenen Versuchen läßt sich an frischen Augen durch Compression des Bulbus wässerige Feuchtigkeit tropfenförmig durch die Cornea pressen. Die Augen platzen eher, als ein Tröpfchen durchdringt.

Es ist hiernach klar, daß von der Hornhaut und der vorderen Augenkammer ein Beitrag zur Thränenbereitung nicht geliefert werden kann.

3. Die Conjunctiva als Quelle der Thränen.

Haller[1]) und Zinn[2]) nahmen an, daß ein Theil der Thränen aus den Gefäßen der Conjunctiva durchschwitze. Sie stützten sich hierbei hauptsächlich auf die von ihnen gemachte Beobachtung, daß Wasser in die Carotis eines Thieres eingespritzt an der Oberfläche der Bindehaut austrete. Ein großer Theil der Ophthalmologen trat dieser Ansicht, welche durch die zahlreichen Versuche Janin's[3]) neue Stützen erhielt, bei, die meisten jedoch ohne den Gegenstand einer weiteren Prüfung zu unterwerfen. Andere ignorirten die von jenen älteren Forschern überlieferten Beobachtungen und verwandten die Untersuchungen der neueren Zeit weder zu ihrer Widerlegung, noch zur Bestätigung. Die Punkte, welche hier in Betracht kommen: die histologischen Verhältnisse der Conjunctiva, die chemische Natur der Thränen und die Gesetze der einfachen Transsudation stehen, wie sich ergeben wird, mit der Annahme Haller's keineswegs in Widerspruch, wenn auch die große Bedeutung, welche Janin und in neuester Zeit Martini der Conjunctiva als Thränen absonderndes Organ vindiciren wollten, dieser nicht zukommen möchte.

Die Bindehaut trägt an den Augenlidern noch die Charaktere der Derma (Papillarkörper u. s. w.) an sich und ist bei ihrem Uebergange auf den Bulbus, wo sie beträchtliche Falten bildet, mit den von Krause entdeckten Schleimdrüschen reichlich versehen. Auf dem Augapfel selbst gewinnt die anatomische Natur der Conjunctiva ein anderes Aussehen. Die Papillen verlieren sich nach der Hornhaut hin immer mehr. Ihr Gewebe besteht hier aus einem mit Nerven und Blutgefäßen durchwebten Stratum zarter Fasern, dessen Oberfläche mit einem verhältnißmäßig dicken Lager geschichteten Pflasterepitheliums bedeckt ist. Auf der Hornhaut schwindet auch die Faserschicht fast gänzlich und es bleiben blos die Epithelien übrig. Drüsige Organe be-

---

[1]) Element. phys. T. V. p. 324.
[2]) De viis lacrym. Cap. XVIII. §. 1.
[3]) l. c. p. 64.

sitzt also nur ein geringer Theil der Bindehaut; die bei weitem größere Fläche derselben steht zwischen Schleimhaut und seröser Haut in der Mitte und unterscheidet sich von der letzteren nur die dickere Epithelialschicht, welche zudem noch die den serösen Häuten beigezählten Synovialmembranen mit ihr gemein haben. Es frägt sich, welche Theile der Conjunctiva dem Secretionsprocesse dienen. Beschränkt sich dieselbe lediglich auf die Drüsen der plica bulbo-palpebralis oder nehmen auch die übrigen Parthien an derselben Theil? Ich glaube, daß das Letztere nicht bezweifelt werden darf und daß die conjunctiva bulbi auf dem Wege der einfachen Transsudation eine den Thränen ähnliche, d. h. eiweißarme salzhaltige Flüssigkeit liefert. Denn abgesehen von den directen Beobachtungen und Versuchen von Haller, Zinn, Janin, Martini und Anderen, welche nach dem Abtrocknen der Bindehaut bei fern gehaltenem Secret der Thränendrüse auf derselben eine wässerige Ausschwitzung in Form feiner Tröpfchen beobachteten, was ich wiederholt bestätigt fand, sprechen dafür analoge Fälle von einfacher Transsudation wasserreicher, mit den Thränen ihrer Zusammensetzung nach übereinkommender Flüssigkeit auf manchen Schleimhäuten, wie auf der der Nasenhöhle in der Kälte, im ersten Stadium des Katarrhs, bei manchen Individuen auch habituell. Der große Nervenreichthum der Conjunctiva und die lebhafte Reflexthätigkeit, welche sich bei örtlichen Reizungen durch augenblicklich eintretende Injection kundgiebt, verleiht dieser Art von Secretion in der Bindehaut eine größere Bedeutung, als in anderen analogen Gebilden, wo sie meistens nur unter pathologischen Verhältnissen in derselben Weise auftritt.

Es ist also anzunehmen, daß die Conjunctiva theils mittelst ihrer drüsigen Apparate, theils dagegen vermöge einfacher Transsudation einen Beitrag zur Thränenbereitung liefert. Wie groß derselbe ist, wurde bisher nicht ermittelt. Versuche hierüber, die sich nach vollständiger Exstirpation der Drüse anstellen ließen, sind nicht vorhanden. So bedeutend, wie er von Janin angenommen wurde, ist er gewiß nicht. Dagegen sprechen die bereits oben erwähnten Fälle von Thränenträufeln, welche in Folge der Exstirpation der Drüse aufhörten. Es kann also der Beitrag der Conjunctiva nicht viel größer sein, als eben durch die Verdunstung entfernt wird. Die Ansicht von Martini, daß die Bindehaut das ausschließliche Secretionsorgan der Thränen sei, bedarf hiernach keiner Widerlegung mehr.

Was die Menge der während 24 Stunden secernirten Thränen betrifft, so wechselt dieselbe sehr nach den Verhältnissen, in welchen sich die Augen befinden, besonders hängt dieselbe davon ab, ob die Verästelungen des Trigeminus durch äußere Insulte gereizt werden oder nicht. Janin [1]) sammelte bei Obstruction des Canalis nasalis die sich von Zeit zu Zeit ansammelnde Flüssigkeit und bestimmte gleichzeitig durch Bedeckung des Auges mit einer Glasschale die Quantität des unterdessen verdunsteten Wassers. Er fand auf diese Weise, daß in 24 Stunden über jedes Auge ungefähr zwei Unzen Thränen fließen, eine Menge, die, verglichen mit der des während derselben Zeit secernirten Speichels (8 Unzen), in Verhältniß zu der Größe der Drüsen sehr beträchtlich erscheint.

Die Regulirung der Thränenabsonderung steht unter der Herrschaft des fünften Paares, insbesondere des ramus ophthalmicus. Alle Reize, welche die sensible Ausbreitung dieses Astes treffen, wie mechanische oder chemische Schädlichkeiten auf der Conjunctiva, den Augenlidern u. s. w., werden auf die

[1]) l. c. p. 95.

sympathischen Fasern des Thränenorgans reflectirt und veranlassen vermehrte Secretion dieser Flüssigkeit. Eine Frage von großem Interesse ist die, ob die Reflexaction vom ganglion Gasseri oder vom Gehirn aus vermittelt werde. Mit absoluter Gewißheit läßt sich dieselbe bis jetzt nicht entscheiden. Die größte Wahrscheinlichkeit spricht jedoch dafür, daß sie im Gehirn vor sich gehe. Es liegen nämlich eine Zahl von Krankheitsfällen vor, wo die sensiblen Aeste des fünften Paares paralysirt waren und wo sich gleichzeitig die Energien anderer, in der Nähe gelegener Hirnnerven beeinträchtigt zeigten, wo also der leitungshemmende Einfluß an der Basis des Gehirns vor Eintritt der Trigeminusäste in den Gasserschen Knoten zu liegen schien. In allen diesen Fällen wurde Berührung des Auges ohne Thränenfluß ertragen. Die Kranken wurden geheilt, es ließ sich daher nicht mit vollkommener Bestimmtheit nachweisen, daß das Ganglion und die Aeste diesseits desselben wirklich in ihrer Integrität waren, wofür jedoch der ganze Verlauf sprach[1]).

Auch durch directe Versuche ließ sich diese Frage nicht mit genügender Gewißheit beantworten. Von drei Durchschneidungen des Trigeminus an seinem Ursprunge in der Schädelhöhle, welche von mir und Frey auf dem hiesigen physiologischen Institute bei Kaninchen angestellt wurden, konnte in zweien durch Reizung der Bindehaut mit einem glühenden Drahte, die vollkommen schmerzlos war, keine Vermehrung der Secretion veranlaßt werden, in der dritten dagegen schienen nach dem Abtrocknen noch einige Tropfen sich anzusammeln. Beträchtliche apoplektische Ergüsse in der Schädelhöhle, welche bald eintraten, lassen jedoch den Werth dieser Versuche etwas zweifelhaft erscheinen.

Außer den Reizen, welche die Verästelungen des ersten Astes des Trigeminus treffen, können auch intensivere Eingriffe, welche auf den zweiten und dritten Ast einwirken, zur Reflexaction auf die organischen Fasern der Thränendrüse und Bindehaut Veranlassung geben. Starke Irritationen der Nasenschleimhaut, der Zunge u. s. w. verursachen auf diese Weise Thränenfluß. Die Reizung der sensiblen Zweige sind zwar in den meisten Fällen directe, jedoch können auch reflectirte, wie es scheint, dieselbe Erscheinung veranlassen. Grelles Licht, welches die Netzhaut trifft, erregt durch den Opticus die Ciliaräste des Trigeminus, welche ihrerseits die sympathischen Fasern des r. lacrymalis betheiligen.

In derselben Weise wirken Reizungen der centralen Theile des fünften Paares, welche manchen Formen des Gesichtsschmerzes zu Grunde liegen. Die Paroxysmen, welche im r. ophthalmicus wüthen, baden constant das Auge und die ergriffene Gesichtshälfte in einem Strom von Thränen.

Diese cerebrale Erregung führt uns auf eine Art des Thränenergusses, welche rein psychischen Ursprungs ist, nämlich auf das Weinen.

Nur der Mensch kann weinen, nicht das Thier[2]). Das Vermögen, sich selbst zu beschauen, über die eigene Persönlichkeit zu reflectiren, ist die Bedingung, ohne welche die Seite unseres psychischen Lebens, die uns zu weinen nöthigt, nicht berührt werden kann. — Die Zustände des Seelenlebens,

---

[1]) Vergleiche Bell's physiolog. und patholog. Untersuchung des Nervensystems. A. d. Engl. von Romberg. Berlin 1832. S. 221.
Vergl. C. Vogt in Müller's Archiv 1840. S. 73.
Vergl. Romberg, Nervenkrankheiten des Menschen, Band I. S. 222.

[2]) Fälle, wo Thiere vor Trauer geweint haben sollen, wie sie im dict. des scienc. méd. Tom. XVII. p. 261 und an vielen anderen Stellen beschrieben werden, beruhen wohl auf poetischer Fiction.

welche sich durch Thränen äußern, erscheinen auf den ersten Blick sehr verschiedenartig. Kummer, Freude, Andacht und Zorn sind die scheinbar sich widersprechenden Regungen des Gemüths, in welchen die Quellen der Thränen geöffnet werden. Dennoch ist es überall derselbe Grundton der Stimmung, welcher sich durch Weinen Luft macht, es ist überall das Bewußtsein der Ohnmacht und Hinfälligkeit, in welcher wir uns einer mächtigeren Außenwelt gegenüber fühlen.

Wir weinen im Kummer, wenn unsere innerste Persönlichkeit verletzt wird und das Bewußtsein der Ohnmacht sich uns aufdrängt. Deshalb weint der Mann, der über sich selbst klar ist und zu handeln weiß, selten. Das Weib weint häufiger; seine zartere Persönlichkeit fühlt sich leichter gekränkt und das Gefühl der Schwäche liegt ihm näher[1]). Kinder und alberne Leute weinen oft, weil sie ihr ganzes Selbst an unbedeutende Dinge hängen und sich bei Versagung derselben im Innersten gekränkt glauben.

Vor Freude weinen wir, wenn uns dieselbe überwältigt, wenn die Ueberschwänglichkeit derselben alle Wünsche, in denen wir lebten, plötzlich verstummen läßt[2]).

Dasselbe bewältigende Gefühl läßt das Auge naß werden bei Betrachtung des Erhabenen.

Im Zorn weint der Schwache, welcher sich nicht wehren kann oder derjenige, welcher sich gezwungen sieht, auf Abwehr zu verzichten, und das Demüthigende seiner Lage fühlt.

Das Mitleid entlockt uns Thränen, wenn wir nicht helfen können und die lebhafte Theilnahme unser eigenes Selbst in dem Leiden Anderer beeinträchtigt fühlt.

Die psychologische Ursache des Weinens ist also überall dasselbe Gefühl der Hinfälligkeit, des Bewältigtwerdens von einer übermächtigen Außenwelt.

Man darf hier nicht einwenden, daß das Weinen vor Lachen mit dieser Annahme in Widerspruch stehe. Das Ueberlaufen der Augen bei heftigem Lachen ist kein Weinen, dasselbe beruht nicht auf vermehrter Thränensecretion, sondern auf gehinderter Abführung des Secrets durch den Nasencanal. Die beim Lachen in langer Reihe erfolgenden Exspirationen hemmen den Abfluß und die Aufsaugung der Thränen, welche beide, wie weiter unten zu erörtern ist, durch die Inspiration vermittelt werden und nur während dieser vorsichgehen. Deshalb laufen auch beim Lachen immer nur wenige Tropfen über die Wangen, indem die zeitweise eintretenden tiefen Inspirationen den Abfluß durch den Nasencanal wieder befördern[3]).

---

[1]) Es ist nicht ohne Interesse, daß beim weiblichen Geschlecht die Thränenwerkzeuge stärker entwickelt sind, als beim männlichen. Ganz besonders ist dies der Fall in der Thränendrüse, welche nach Huschke (Lehre von den Eingeweiden, S. 774) um ein Drittheil schwerer ist, als beim Mann, dabei voluminöser erscheint und ein heller rothes lockeres Gewebe hat.

[2]) Hagen erklärt in seinen interessanten psychologischen Beiträgen S. 21 das Weinen in der Freude aus der Erinnerung an den vergangenen Zustand, welcher durch den Contrast mit dem gegenwärtigen bemitleidenswerth erscheine. Schubert (Geschichte der Seele, 2. Aufl. S. 485) äußert sich in ähnlicher Weise. Mir scheint eine derartige vergleichende Betrachtung bei jener Gemüthsstimmung wenig wahrscheinlich.

[3]) Hagen (l. c. S. 25) leitet den Thränenfluß beim Lachen von einer beschleunigten Excretion ab und hält für die Hauptsache dabei den Druck, welcher durch die beim heftigen Lachen hinaufgeschobenen Wangen und durch die sympathisch miterregten Orbicularmuskeln der Augen auf die Thränendrüse ausgeübt werde.

Eine andere mit der eben angedeuteten Grundstimmung des Gemüths als Ursache des Weinens in Widerspruch stehende Thatsache scheint das Weinen der Neugebornen zu sein, denen wir ein Bewußtsein der gekränkten Persönlichkeit und der Hülflosigkeit nicht zusprechen können.

Das Schreien und Thränenvergießen gleich nach der Geburt kann nicht als eigentliches Weinen betrachtet werden, sondern das Ueberfließen der Thränen ist als die Folge der während des Schreiens gehemmten Ableitung anzusehen [1]). Möglicherweise veranlaßt auch die hierbei gesetzte Hyperämie der Kopforgane eine Vermehrung der Absonderung, wie Nicolai (Gedanken über Thränen und Weinen, Halle 1745) behauptet, indem er sich auf ein Exriment von Lower stützt, welcher nach Unterbindung der v. jugularis bei einem Hunde starkes Thränen wahrnahm. Schon nach ein paar Monaten kündigt sich indeß bei Kindern das Selbstbewußtsein deutlicher an; der Trieb seinen Willen zu haben und die Verhinderung daran als Kränkung hinzunehmen tritt, wie Hagen treffend bemerkt, klar hervor und äußert sich dann durch Weinen.

Wir dürfen also als Ergebniß festhalten, daß, so verschieden auch die Gemüthsstimmungen, welche zum Weinen Veranlassung geben, zu sein scheinen, doch in allen ein und derselbe Grundton durchklingt.

Es frägt sich nun, wodurch wird bei jener Stimmung des Gemüths die Thränensecretion vermehrt? Daß die Nerven hierbei die Leitung haben, liegt auf der Hand. Allein die gewöhnliche Annahme, nach welcher wir den Einfluß von Vorstellungen und Gemüthsbewegungen auf die Thätigkeit der Eingeweide durch motorische cerebrospinal-Fasern vermittelt denken, kann hier keine Geltung finden, weil dem n. lacrymalis diese gänzlich abgehen. Derselbe enthält als Ast eines rein sensitiven Stammes nur breite centripetal leitende Fasern und, wie bereits oben erwähnt wurde, zahlreiche dünne sogenannte sympathische Fibrillen. Die Frage kann also nur die sein, werden die dünnen Fasern des Thränenastes direct von dem Centralorgan aus angeregt, oder geschieht dies durch Reflex von den sensiblen Nerven und im letzteren Falle, wie kommt die Reizung der sensiblen Fasern zu Stande?

Hagen erklärt den Einfluß der Gemüthsbewegungen auf die Thränensecretion in der letzteren Art, durch Reflex von den sensiblen Fasern des Trigeminus. Die Art und Weise, wie er hierbei die Erregung der Gefühlsnerven zu Stande kommen läßt, ist dieselbe, durch welche Stromeyer manche Erscheinungen in den Gefühlsnerven bei Muskelcontractionen erklärt, nämlich die Uebertragung der Reizung von motorischen Fasern auf sensible. Durch die abwechselnden Contractionen und Erschlaffungen der Gesichtsmuskeln beim Weinen sollen die peripherischen Ausbreitungen des fünften Paares gereizt werden, worauf sodann durch Reflexion auf die sympathischen Fasern die Thätigkeit der Thränendrüse gesteigert werde.

So geistreich diese Ansicht auch in ihren Einzelheiten von Hagen durchgeführt ist, so dürfte ihr doch Manches entgegenstehen. Einestheils ist nämlich das erwähnte Oscilliren der Gesichtsmuskeln wenigstens nicht constant vorhanden, anderentheils scheint es kaum annehmbar, daß durch dieselbe eine so intensive Erregung der Gefühlsnerven vermittelt werde, wie sie der enorm

---

Die geschützte Lage dieses Organs in der knöchernen Augenhöhle läßt eine derartige Vermehrung der Excretion durch Druck unhaltbar erscheinen.

[1]) Schon Aristoteles (Hist. nat. lib. VII. cap. 10) sagt, daß neugeborne Kinder nicht eher, als am vierzigsten Tage weinen.

gesteigerten Secretion entsprechen würde. Gewiß ist, daß eine solche Reizung der Trigeminusfasern nicht gefühlt wird, wie Jedermann weiß; ferner, daß die klonischen Krämpfe der Gesichts- und Augenmuskeln in der Regel nicht von Thränenfluß begleitet sind.

Wir sehen uns daher genöthigt, nach einer anderen Erklärungsweise uns umzusehen.

Der Annahme einer directen Einwirkung der Centralorgane auf die vegetativen Processe der Secretion und Nutrition stehen im Allgemeinen die bekannten zahlreichen Thatsachen entgegen, nach welchen man, wenn auch nicht den sympathischen Fasern als solchen, deren Stellung durch die Wagner'schen Entdeckungen wieder eine andere geworden ist, doch den Visceralnerven in Bezug auf ihre functionelle Thätigkeit eine gewisse Selbständigkeit nicht abgesprochen werden kann. Die anatomischen Verhältnisse sind aber in dem n. lacrymalis andere, als in den Visceralnerven. Denn wenn auch die feinen Fasern hier wie dort dieselben sind, so unterscheidet sich doch der Sympathicus im engeren Sinne dadurch wesentlich, daß seine Primitivfasern durch Schichten von Bindegewebe getrennt, seine Ganglien mit Niederschlägen von Kernen und Knötchenfibrillen umgeben sind, Momente, welche für die Leitungsfähigkeit wahrscheinlich nicht gleichgültig sein werden. Dieselben kommen in Thränennerven nicht in Betracht. Der einzige Unterschied, welcher hier die sympathischen Fasern von cerebralen trennt, ist die verschiedene Dicke. Es ist mir daher wahrscheinlich, daß hier, wo der Einfluß der psychischen Thätigkeit auf die Secretion sich deutlicher, als irgendwo manifestirt, wo die anatomischen Verhältnisse mit Bestimmtheit darauf hinweisen, ein directer Einfluß der Centralorgane auf die vegetativen Vorgänge nicht geleugnet werden darf. Das Auge ist eben deshalb ein so treuer Spiegel der Seele, weil sein Vegetationsleben in so innigem Connex mit dem Gehirnleben steht.

Was die physiologische Bedeutung der Thränensecretion betrifft, so erscheint dieselbe als nothwendiges Requisit zur Erhaltung der Durchsichtigkeit der Hornhaut, an welche die functionelle Integrität des Sehorgans gebunden ist.

Die beständige Abschuppung der Epithelialgebilde der Cornea und Conjunctiva würde bald die Oberfläche des Bulbus mit einem undurchsichtigen Ueberzuge bedecken, wenn nicht ein continuirlicher Strom wässeriger Feuchtigkeit für ihre stetige Entfernung sorgte[1]). Der Alkaligehalt der Thränen fördert hierbei durch die lösende Kraft, welche er auf Hornsubstanzen übt und durch welche beim Thränenträufeln röthlich durchscheinende Streifen in der Oberhaut der Wange gebildet werden, die Lostrennung der Epithelien. Außerdem werden die Thränen für die Erhaltung der Augen wichtig durch die Fortschwemmung fremder Körper, zu welcher in Folge der durch Reflex vermehrten Secretion Ströme über den Bulbus ergossen werden. Zur Erreichung dieser Zwecke ist erforderlich, daß die Thränenfeuchtigkeit, welche am äußeren Augenwinkel ergossen wird, sich gleichmäßig über die ganze Oberfläche des Sehorgans vertheilt. Dies wird vermittelt durch die anatomischen Verhältnisse des Bindehautsacks. Zwischen dem Bulbus und den Augenlidern bleibt nämlich nur ein sehr schmaler Zwischenraum, in welchem durch die Anziehungskraft der Oberflächen die ergossene Flüssigkeit sich gleichmäßig

---

[1]) Bei den im Wasser lebenden nackten Amphibien und Fischen, wo dieser Zweck schon durch den Aufenthaltsort erfüllt wird, fehlte daher die Thränendrüse.

ausbreiten muß, ohne, den Gesetzen der Schwere folgend, sogleich den abhängigsten Parthien zufließen zu können. Die Thränen müssen auf diese Weise sich über den ganzen Augapfel verbreiten, so weit derselbe von den Lidern bedeckt ist. Durch das von Zeit zu Zeit eintretende Blinzeln und die sich hiermit combinirende rollende Bewegung des Bulbus werden sie sodann mit dem Secret der Drüsen der plica bulbopalpebralis innig vermischt, und auch den von den Lidern nicht bedeckten Theilen zugeführt. Ein Abfließen derselben über den Tarsalrand wird, so lange ihre Menge im Bindehautsacke Platz findet, durch die Flächenanziehung verhindert. Es stellt sich dies auch dann nicht sogleich ein, wenn mehr Thränen secernirt werden, als durch die Thränenpunkte aufgesogen werden können: ein Theil der Flüssigkeit tritt dann unter den Lidern hervor und steigt am Bulbus hinauf; das Auge schwimmt in Thränen. Das Abfließen wird hier noch verhindert durch das fettige Secret der Meiboom'schen Drüsen, welches den Tarsus bedeckt. Erst wenn die Menge eine bedeutendere Höhe erreicht hat, wird diese fettige Abgränzung überwunden und die Thränen rollen über die Wangen.

Zur weiteren Fortleitung und Aufsaugung der Thränen ist ein zeitweiliges Schließen der Augenlider eine nothwendige Bedingung. Verhindert man das Blinzeln einige Minuten lang, so steigt die Flüssigkeit allmählig aus dem Bindehautsacke empor und fließt über die Wangen ab. Ueber die Art und Weise, auf welche das Blinzeln der Augenlider die Ableitung der Thränen vermittelt, hat man bisher eigenthümliche Ansichten gehegt. Man nimmt in der Regel an, daß die Thränen durch einen eigenen Mechanismus dem inneren Augenwinkel zugeführt werden, sich hier ansammelten, um allmählig aufgesogen zu werden. Beim Schließen der Augenlider bilde sich nämlich, weil die hinteren Tarsalränder sich nicht unmittelbar berühren, eine dreiseitige Rinne [1]) (rivus lacrymalis), in welcher die Thränen über die convexe Fläche der Cornea und Sclerotica zum inneren Winkel in den sogenannten Thränensee geleitet würden. Ein derartiger Mechanismus möchte schwer nachzuweisen und zu begründen sein. In der Regel ist nämlich das Schließen der Lider beim Blinzeln kein so vollständiges, als zur Entstehung eines solchen Canals nöthig sein würde; schon eine leichte Contraction der Orbiculares genügt, um die Thränenpunkte nach hinten zu kehren und sie in die innerhalb des Bindehautsacks angesammelte Flüssigkeit einzutauchen. Die Aufsaugung geht hierbei, wie man sich leicht am eigenen Auge überzeugen kann, vollständig vor sich, ohne daß ein Thränenbach gebildet wäre. Außerdem ist zu bemerken, daß die Enge eines in der erwähnten Weise entstandenen Canals ein freies Fließen der Thränen nach den Gesetzen der Schwere dem inneren tiefer gelagerten Augenwinkel zu nicht gestatten würde. Ferner ist eine Ansammlung von Flüssigkeit im sogenannten Thränensee von Niemandem nachgewiesen. Bei Obstruction des canalis nasolacrymalis, wo eine solche Anhäufung sichtbar sein und wo das Ueberfließen nur am inneren Winkel stattfinden müsse, habe ich weder das Eine noch das Andere wahrnehmen können. Die Thränen rollen mitten über die Wangen, und nicht ausschließlich im inneren Winkel. Zur Erklärung der Thränenableitung ist auch jene Annahme gar nicht nöthig. Die Thränen müssen dem inneren Augenwinkel zufließen: weil sie hier von den hineingetauchten Thränenpunkten aufgesogen werden,

---

[1]) Nach Rosas (Handb. der Augenheilkunde, Bd. I. S. 39) bilden zwei derartige Rinnen unter jedem Augenlide eine.

weil also hier in jedem Augenblick ein freier Raum geschaffen wird, in welchen nach physikalischen Gesetzen die übrige im Bindehautsack angesammelte Flüssigkeit sich hineindrängen muß.

Der Vorgang, durch welchen die Thränen von den Thränenpunkten aufgenommen und durch die Canälchen dem Nasengange zugeführt werden, hat eine sehr verschiedene Deutung erfahren. Unter den zahlreichen hierüber aufgestellten Theorien sind es hauptsächlich zwei, die eine größere Beachtung verdienen, nämlich die von J. L. Petit und von E. H. Weber.

Petit leitete den Mechanismus der Thränenableitung auf die Gesetze der hydraulischen Heberwirkung zurück. Der senkrecht gestellte Theil der Thränencanälchen sollte den kurzen Arm, der Nasencanal dagegen den langen Arm des Hebers darstellen. Die Ansicht ist, wie bereits Hyrtl bemerkt, unhaltbar, weil bei der Inspiration von den Thränenpunkten nicht allein Flüssigkeit, sondern auch Luft geschöpft wird, wodurch die Heberwirkung aufgehoben werden muß.

Die Theorie, welche wir E. H. Weber [1]) verdanken, ist unerachtet der Gegengründe, welche Hyrtl zusammenstellte, die einzige, welche der Natur der Sache entsprechen möchte. Nach ihr steht die Thränenaufsaugung in engster Beziehung zur Respiration. Bei jeder Inspiration werden mit Luft aus der Nasenhöhle und den Thränenwegen die Thränen durch die puncta lacrymalia aufgesogen. Der Einwurf von Hyrtl, — daß zu diesem Ende das Blinzeln der Augenlider mit dem Einathmen isochron sein müsse, kann nicht hoch angeschlagen werden, weil der Augenlidschlag so häufig ist, daß immer mehrere derselben auf eine Einathmung fallen müssen. Bei reichlicher Thränenabsonderung wird überdies die Inspiration beschleunigt, und während des Weinens nicht selten zum krampfhaften Schluchzen gesteigert.

Die Fortleitung der Thränen durch den canalis nasalis findet ebenfalls ihre hauptsächlichste Beförderung in dem Act der Inspiration, durch welchen mit der Luft die Flüssigkeiten angezogen werden. Eine Unterstützung derselben durch Contraction der Orbicularmuskeln und des musc. Horneri, welche den Thränensack comprimiren, wird nur dann eintreten können, wenn der Thränensack völlig angefüllt ist, was unter normalen Verhältnissen kaum je der Fall sein möchte. Welche Bedeutung die Flimmerbewegung im canalis nasolacrymalis für die Fortschaffung der Thränen hat, läßt sich bei dem Dunkel, welches über die physiologische Bedeutung dieses organischen Vorgangs im Allgemeinen herrscht, nicht entscheiden.

An der Mündung des Nasencanals unter dem vorderen Ende der unteren Muschel findet sich nach hinten und innen eine klappenartige Duplicatur der Schleimhaut, welche für die gleichmäßige ungestörte Ableitung der Thränen nicht ohne Bedeutung ist [2]). Sie verschließt nämlich bei der Exspiration den Thränengang, und verhindert auf diese Weise, daß durch den exspi-

---

[1]) J. C. Rosenmüller, Handb. der Anatomie des menschlichen Körpers. Herausgeg. von E. H. Weber. S. 548.

[2]) Vergl. von Hasner's Arbeit in der Prager Vierteljahrsschr. für prakt. Heilkunde. V. Jahrg. II. Bd. S. 155.

Es verdient jedoch bemerkt zu werden, daß diese Klappenbildung nicht immer, wie v. Hasner behauptet, vollständig entwickelt ist. Es giebt Individuen, welche bei zugehaltener Nase Luft und Tabacksrauch aus den Thränenpunkten hervortreiben können, was beim Schließen der Klappe nicht möglich wäre.

rirten Luftstrom die austretende Flüssigkeit wieder in den Canal zurückgetrieben oder selbst Nasenschleim hineingeführt werde. Diese Klappenvorrichtung erscheint um so wichtiger, weil der Thränengang seine Richtung von vorne und oben nach abwärts und rückwärts nimmt, also beinahe in der Richtung des exspirirten Luftstroms liegt und dessen hemmender Wirkung in hohem Grade ausgesetzt sein würde. In der Nasenhöhle angelangt, verdunsten die Thränen unter dem beständigen Luftwechsel in kurzer Zeit.

Dr. F. Th. Frerichs.

Transsudation und Endosmose.

Auf der wichtigen Eigenschaft der thierischen, überhaupt der organischen Theile, tropfbare und elastische Flüssigkeiten in sich aufzunehmen oder durchzulassen, beruhen viele Erscheinungen und Eigenthümlichkeiten der Ernährung, der Rückbildung, der Absonderung, mit einem Worte des Gesammtvorganges des organischen Stoffwechsels.

Es ist bei den verwickelten Verhältnissen jedes speciellen Processes des Stoffwechsels von wesentlichem Vortheil, daß wir im Stande sind, die Erscheinungen der Aufnahme und des Durchganges von Flüssigkeiten in und durch thierische Theile auf experimentell-physicalischem Wege zu verfolgen und die auf diese Weise gewonnenen Thatsachen zur Aufhellung der complicirten Vorgänge des Stoffwechsels im Organismus zu verwerthen. In den Thatsachen, welche die Versuche der Physiker und Physiologen über Endosmose, Imbition und verwandte Gegenstände ergeben haben, lassen sich in der That nicht selten Analogien organischer Vorgänge erkennen, und wenn wir auch noch weit, sehr weit entfernt sind von dem Ziele, welches der Forschung vorschwebt, so kann doch nicht geleugnet werden, daß der Weg, welcher betreten worden ist, ein richtiger ist, und daß seine weitere Verfolgung Aussicht auf reichen Gewinn bieten muß.

Die interessanten und fundamentalen Fragen, woher es komme, daß aus einem und demselben Blute bei seinem Durchgange durch verschiedene Organe verschiedene Stoffe in die Gewebetheile transsudiren, daß jedes Secret seine eigenthümliche Beschaffenheit, jeder organische Elementartheil im gesunden Zustande die Kraft hat, nur die ihm entsprechenden Bestandtheile dem Blute zu entziehen und zum Theil auch chemisch zu verändern, diese und so viele verwandte Fragen lassen sich theils auf dem eben bezeichneten experimentell-physicalischen Wege, theils durch die Hülfsmittel der Chemie ohne Zweifel besser erforschen, als es der in der Physiologie selbst heute noch nicht gänzlich überwundenen leidigen Manier des Vitalismus jemals gelingen wird. Es sei aber hier ausdrücklich bemerkt, daß ich sehr weit entfernt bin von der Meinung, daß man gegenwärtig im Stande sei, die verwickelten Erscheinungen des Stoffwechsels einzig und allein auf chemisch-physicalische Gesetze reduciren zu können. Ob hier noch andere, in der nicht organischen Welt nicht oder nur unter bedeutenden Modificationen vorkommende Kräfte ins Spiel kommen, darüber wird kein ruhiger und gewissenhafter Forscher bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse zu entscheiden sich vermessen, wohl aber wird der nüchterne Sinn des experimentellen Stu-

diums bei Untersuchung der in Rede stehenden Fragen sich vorzugsweise, ja fast ausschließlich der Erforschung der leichter zugänglichen Erscheinungen der Endosmose, Imbibition und Capillarität, sowie der chemischen Seite der organischen Processe zuwenden und das unfruchtbare Feld der Speculation den Vitalisten und sogenannten philosophischen Physiologen bereitwilligst überlassen.

Die Untersuchung der Erscheinungen der Imbibition organischer Gebilde mit Flüssigkeiten hat bisjetzt nur sehr wenige Forscher und auch diese blos nebenhin beschäftigt. Es läßt sich aber nicht in Abrede stellen, daß die vielen Fragen, die sich hier schon der ersten und oberflächlichsten Betrachtung des Gegenstandes entgegenstellen, nicht unwichtige Anhaltspunkte zur Aufhellung mancher Vorgänge des Stoffwechsels bieten werden. Ausgedehnte und beharrlich fortgesetzte Untersuchungen über Imbibition, die uns leider fast ganz fehlen, sind in der That ein wirkliches Bedürfniß für die Physiologie.

Größere Aufmerksamkeit hat man den Erscheinungen der Endosmose gewidmet, obschon nicht wenige hierher gehörige Fragen erst dann vollständig gewürdigt werden können, wenn die Gesetze der Imbibition näher aufgeklärt sind. Unter Endosmose versteht man die meistens mit Volumenveränderungen eintretende gegenseitige Mischung zweier durch eine permeable Scheidewand getrennten, qualitativ oder quantitativ (d. h. in ihrer Concentration) verschiedenen, mit einander mischbaren einfachen oder zusammengesetzten Flüssigkeiten. Da mit sehr wenigen Ausnahmen beide Flüssigkeiten oder doch die in denselben gelösten Körper durch die poröse Scheidewand treten, also doppelte Strömungen vorhanden sind, so nannte Dutrochet den einen Strom Endosmose, den anderen Exosmose. Bald wird unter der ersteren Bezeichnung zugleich die Volumzunahme, unter der zweiten die Volumabnahme verstanden; bald werden diese Namen, ihrer etymologischen Bedeutung entsprechend, auf die Richtungen der Ströme von Innen nach Außen und umgekehrt bezogen. Es ist einleuchtend, daß diese Bezeichnungen mit dem Wesen der Sache nichts zu thun haben; wir behalten deshalb blos den Namen Endosmose zur Bezeichnung des Phänomens überhaupt bei, für welches der in neuerer Zeit öfters gebrauchte Name Diffusion durchaus unpassend ist.

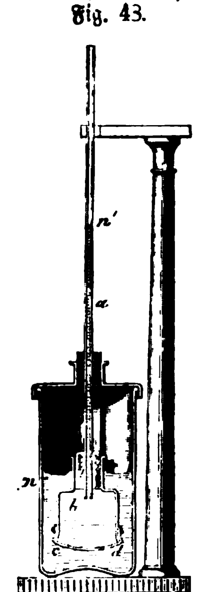
Die Einsicht, daß die Erscheinungen der Endosmose und viele Vorgänge im Organismus auffallende Analogien bieten, hat seit Nollet, dem Entdecker des Phänomens (vor gerade 100 Jahren), viele Physiologen und Physiker veranlaßt, demselben ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Um die Erscheinungen der Endosmose näher zu untersuchen, bedürfen wir eines eigenen Apparates, welcher es möglich macht, die Volumveränderungen der Flüssigkeiten genau zu bestimmen.

Der Apparat, den Dutrochet angewandt hat, besteht (Fig. 48) im Wesentlichen in einer graduirten Glasröhre *a*, welche in eine starke Erweiterung *b* mit offener Mündung endigt. Ueber diese offene Mündung wird eine Blase *c d* gebunden, und der mit Flüssigkeit bis zu einer gewissen Höhe der Glasröhre gefüllte Apparat in eine zweite Flüssigkeit gestellt, worauf der Austausch beider Fluida durch die Membran vor sich geht. Diese Vorrichtung ist zu genauen Messungen aus mehreren Gründen ganz unbrauchbar. Bei Volumänderungen der Flüssigkeit in der Röhre ändert sich der Druck und dem entsprechend auch die Stärke der Endosmose, wodurch ein ungenaues Resultat erhalten wird. Da sich ferner die Membran bei Aufnahme von Flüssig-

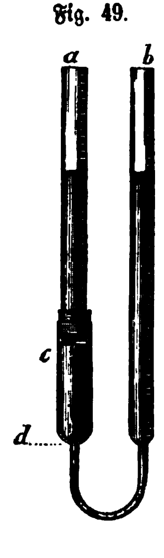
keit in den Apparat in Folge des alsdann stärkeren Druckes der Flüssigkeitssäule nach unten stärker wölbt, so kann, trotzdem daß das Volum in dem Apparat zugenommen hat, das Flüssigkeitsniveau in der Röhre nicht oder nicht entsprechend steigen, weil das in den Apparat übergetretene Flüssigkeitsvolum ganz oder theilweise der durch Ausbuchtung der Membran entstandenen Raumzunahme entspricht. Wenn Dutrochet ein Drahtsieb unter die Membran anbringt, so legt sich die letztere in die Maschen des Siebes und der Zweck, die Ausweichung der Membran zu verhüten, wird nur theilweise erreicht. Es sind demnach bei Dutrochet's Endosmometer die Veränderungen der Flüssigkeitsniveaux in der Röhre durchaus kein Maaßstab für die stattgefundenen Volumänderungen der Flüssigkeiten. Auf andere minder erhebliche Uebelstände bei Dutrochet's Endosmometer kann ich hier nicht näher eingehen.

Fig. 43.



Liebig empfiehlt (Untersuchungen über einige Ursachen der Luftbewegung im thierischen Organismus, Braunschweig 1848) folgende Vorrichtung (Fig. 49): Die an ihrem unteren Ende mit einer Membran verschlossene Röhre wird mit der Flüssigkeit, deren Volumzunahme bestimmt werden soll, bis zu einer bestimmten Höhe angefüllt; sie ist in die Röhre *c*, die Wasser enthält, eingepaßt. Wenn man die Flüssigkeit in *b* durch Nachgießen von Wasser auf dem ursprünglichen Standpunkt erhält und das aus einem Tropfglase nachgegossene Wasser durch den Gewichtsverlust des Tropfglases wiegt, so kennt man das Wasservolum, welches aus *c* in die Röhre *a* übergegangen ist.

Fig. 49.



Ich construirte mir zu meinen Versuchen einen eigenen Apparat, welcher ohne große Umständlichkeit zu gebrauchen ist, genaue Messungen der Volumänderungen beider Flüssigkeiten zuläßt, und zudem beide Flüssigkeiten beständig unter gleichem Drucke erhält, Bedingungen, welchen Dutrochet's Endosmometer nicht entspricht. Derselbe besteht im Wesentlichen in Folgendem (Fig. 50, 51, 52 a. d. f. S.): Zwei Glascylinder *A* und *B* sind in messingene Ringe *a* gekittet, deren jeder nach außen in eine flächenartige Ausbreitung *b* übergeht. Diese letzteren werden, nachdem eine Membran zwischen sie gebracht worden ist, mittelst Schrauben an einander gepreßt, so daß sie wasserdicht schließen. Am anderen Ende ist jeder der Glascylinder durch eine messingene Platte *c* verschlossen, welche oben in eine napfförmige Oeffnung *d* übergeht, auf welche eine graduirte, in der Regel 6 Millimeter inneren Durchmesser haltende und mehrere Fuß lange Glasröhre *e* aufgeschraubt wird. Beide Cylinder und Röhren werden bis zu einer bestimmten Höhe mit Flüssigkeit gefüllt; ich wende von jedem Fluidum immer 100 Kubikcentimeter an. Um das oben besprochene Ausweichen der Membran zu erkennen, welches jede auch nur annähernd genaue Messung der Volumänderungen unmöglich

macht, ist auf jeder Seite der Membran in der Mitte derselben ein feiner Schieber *y* von Glas mittelst etwas Sigellack befestigt. Haben während des

Fig. 50.

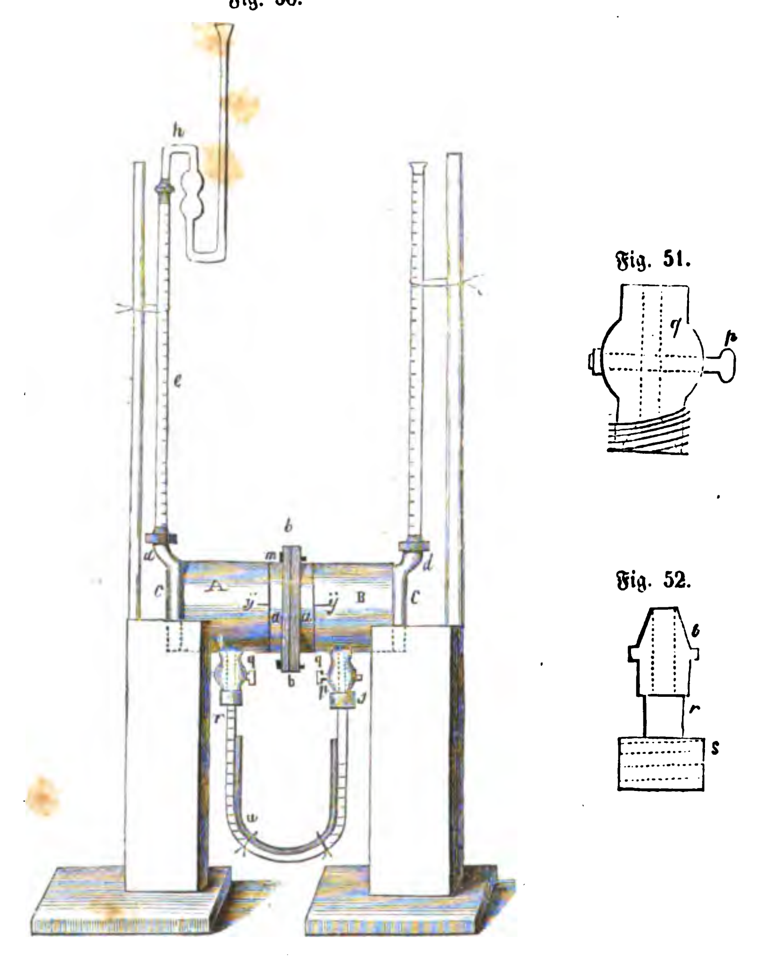


Fig. 51.

Fig. 52.

Verlaufes des Experimentes die Schieber, und folglich die Membran, ihre Stellung verändert, so braucht man nur durch einen Druck, welcher auf diejenige Flüssigkeit, welche an Volum abgenommen hat, auf sogleich zu beschreibende Weise angebracht wird, die Schieber in ihre zu Anfang des Versuches eingenommene Lage zurückzuführen. Die Membran befindet sich alsdann genau in derselben Lage, wie zu Anfang des Versuches, und die Veränderungen der Flüssigkeitsniveaux in beiden Röhren geben genau die Volumänderungen der Flüssigkeiten an. Um die Schieber auf ihre ursprüngliche Lage zurückzuführen, wird auf diejenige Röhre *e*, welche der Flüssigkeit, die eine Volumabnahme erfahren hat, entspricht, eine Manometerröhre *h* luftdicht aufgeschraubt. Es wird so viel Flüssigkeit in die Manometerröhre eingegossen, bis die Schieber in ihre frühere Lage gekommen sind.

Sind die Volumänderungen während des Experimentes bedeutend, so hat sich die Membran stark nach einer Seite ausgebuchtet, und es tritt endlich ein Moment ein, in welchem die Membran so stark gespannt ist, daß sie nicht mehr weiter ausweicht. Trotzdem hört die Endosmose nicht auf; die eine Flüssigkeit steht aber unter einem stärkeren Druck, als die andere, was auf den Gang der Endosmose von störendem Einfluß ist. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes dient folgende Vorrichtung: An beiden Glascylindern *A* und *B* ist unten und in der Mitte eine offene Verlängerung angebracht. In letztere wird eine messingene Röhre *q* eingekittet, die durch einen Hahn *p* verschließbar ist. In das unter dem Hahn befindliche Ende der Röhre wird ein durchbrochener, genau einpassender Conus von Messing gebracht, welcher mittelst einer Mutter *s* so fest angeschraubt werden kann, daß ein wasserdichter Verschluß hergestellt ist. In den Conus wird der eine Schenkel einer Uförmigen Glasröhre *r* eingekittet; der andere Schenkel ist an dem Conus der anderen Hälfte des Endosmometers befestigt. Der untere gebogene Theil der Uförmigen Röhre wird mit Quecksilber, die Schenkel der Röhre mit derjenigen Flüssigkeit gefüllt, welche der Glascylinder enthält, mit dem dieser Schenkel in Verbindung steht. An die Uförmige Röhre ist eine ähnliche kleinere, an beiden Schenkeln offene Glasröhre *u* angebracht, in welche Quecksilber gegossen wird. Die Quecksilberniveaux in beiden Schenkeln geben die Horizontalebene an. Durch Beobachtung der Quecksilberniveaux in den Schenkeln der Röhre *r* und *u* kann man erkennen, ob die Flüssigkeiten zu beiden Seiten der Membran unter gleichem Drucke stehen. Ist letzteres nicht der Fall, so bringt man durch Eingießen von Quecksilber oder einer anderen Flüssigkeit in die Manometerröhre *h* die Quecksilberniveaux in der Verbindungsröhre *r* auf gleiche Höhe, somit die Flüssigkeiten zu beiden Seiten der Membran auf gleichen Druck. Der Apparat ruht auf einer Unterlage von Holz.

Die Membran, welche beide Flüssigkeiten trennt, darf keine zu geringe Contactfläche darbieten. Bei meinem Apparat beträgt die letztere gegen 13 Quadratcentimeter [1]).

Matteucci und Cima haben ebenfalls ein doppeltes Endosmometer mit zwei Röhren bei einigen ihrer Versuche angewandt [2]). Ihr Apparat besteht aus zwei messingenen Cylindern, welche zur Aufnahme der beiden Füssigkeiten dienen, und die wasserdicht an einander befestigt werden können. Jeder dieser Cylinder wird an der Seite, mit welcher er an den anderen Cylinder stößt, von einer mit kleinen Löchern versehenen Platte geschlossen; zwischen beide Platten wird eine Membran gelegt, welche demnach nur an den durchbrochenen Stellen der Scheidewand, also mit einer geringen Oberfläche, dem Contact der beiderseitigen Flüssigkeiten ausgesetzt ist. An dem äußeren Ende jedes Cylinders befindet sich eine enge graduirte Glasröhre. Matteucci will dadurch, daß er die Membran zwischen zwei durchlöcherten Platten befestigt, das Ausweichen der Membran verhindern: der Zweck wird aber bestimmt nicht erreicht, denn so klein auch die Löcher der Messingplatten sein mögen, so müssen doch, wenn die Flüssigkeit auf der einen Seite eine Volumzunahme erfahren hat und stärker drückt, die kleinen Fragmente der Membran, welche den Löchern correspondiren, zurückgedrängt werden. Da

---

1) S. meinen Aufsatz: Physik des organischen Stoffwechsels in Griesinger's Archiv für physiologische Heilkunde, 1847.

2) S. Annal. de Chimie 1845, Januarheft.

Matteucci sehr enge Röhren anwandte, so mußte schon eine unbedeutende Verschiebung sämmtlicher freien Membranfragmente auf die Niveaux der Flüssigkeiten in den Röhren von Einfluß sein. Auch ist bei diesem Apparat nicht dafür gesorgt, daß beide Flüssigkeiten unter gleichem Druck stehen.

Jolly macht gegen die bisher übliche Messungsmethode in seinem trefflichen Aufsatz über Endosmose [1]) mehrere Einwürfe. Es wird, wie er behauptet, durch die bisherigen Endosmometer weder der Durchgang der einzelnen Stoffe durch die Membran, noch auch selbst nur das gemessen, was angeblich gemessen werden soll, nämlich das Verhältniß der Differenzen der stattfindenden Strömungen. Zum Beweise seiner ersten Behauptung macht er darauf aufmerksam, daß bei gleichen und entgegengesetzten Strömungen keine Niveau-Aenderung sich bemerken lasse, daß also möglicherweise eine sehr energische Endosmose eintreten kann, ohne daß diese an dem Instrument erkannt wird. Das Instrument zeigt, wie Jolly bemerkt, eben nur Differenzen der Strömungen und nicht die Strömungen selbst an. Es versteht sich aber von selbst, daß die chemische Untersuchung der Flüssigkeiten nach beendetem Versuche vorgenommen werden muß und es läßt sich sodann, aus den Daten, welche dieselbe ergiebt, zusammengehalten mit den Volumänderungen, ohne daß ich das näher auseinanderzusetzen brauchte, ganz genau der Durchgang der einzelnen Stoffe durch die Membran, also die Strömungen selbst, berechnen. Auf die zweite Einwendung Jolly's werde ich, da diese mit einem endosmotischen Gesetze zusammenhängt, im Verlauf der Abhandlung zurückkommen.

Jolly hat bei seinen Versuchen eine neue Methode angewandt. Er brachte in eine cylinderische Röhre von etwa 15 Centimeter Länge und 3 Centimeter Durchmesser, deren eines Ende mit einer Blase verschlossen war, die Lösung des Stoffes, dessen Endosmose gegen Wasser untersucht werden sollte. Die Röhre wurde in ein geräumiges, mit destillirtem Wasser gefülltes Gefäß gestellt und das Wasser in letzterem häufig erneuert. Es wurden wiederholt die Gewichtsveränderungen der Röhre durch Abwägen bestimmt und zwar so lange, bis keine Gewichtsveränderung mehr bemerkbar war, also bis zu dem Punkte, wo die Röhre nur destillirtes Wasser enthielt, und deshalb die Endosmose wegen der völlig gleichen Beschaffenheit der innerhalb und außerhalb der Röhre befindlichen Flüssigkeit stille stand. Bei diesem Verfahren ist die eine Flüssigkeit, nämlich das destillirte Wasser außerhalb der Röhre beständig in gleichförmigem Zustand; dieses ist ein Vortheil, welcher den Versuch einfacher macht als das bisherige Verfahren, in welchem beide Flüssigkeiten beständig Aenderungen erleiden. Letzteres hindert aber durchaus nicht, die gewonnenen Resultate gehörig zu verwerthen, und wir dürfen zudem nicht übersehen, daß man von vielen Flüssigkeiten keine so großen Quantitäten anwenden kann, um sie beständig zu erneuern. Auch dauert der Versuch bei Jolly's Verfahren viel länger als bei der bisherigen Methode. Ueber manche Fragen kann endlich diese neue Methode keinen Aufschuß geben, namentlich über die Verhältnisse der Endosmose bei zusammengesetzten Flüssigkeiten, bei welchen manche Stoffe schon völlig verschwunden sein können, während andere noch zurückbleiben. Es kann übrigens das Verfahren, die eine Flüssigkeit öfter zu erneuern, auch bei dem doppelten Endosmometer durch eine geringe Modification des Apparates leicht angewandt werden. So sehr ich die Versuche Jolly's auch schätze, welcher die Wissenschaft

[1]) Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 7, 1848.

bereichert und manche Verstöße seiner Vorgänger mit großer Klarheit dargelegt hat, so sehe ich doch keinen Grund, von der von mir befolgten Verfahrungsweise abzugehen. —

Das Absorptionsvermögen thierischer Theile für Flüssigkeiten, ein Gegenstand, den wir zuerst betrachten müssen, ist sehr verschieden. Wir werden später finden, daß dieses Moment für die Erscheinungen der Endosmose von besonderer Wichtigkeit ist.

Chevreul hat über diesen Punkt mehrere Versuche angestellt, indem er einige Substanzen 24 Stunden lang in Wasser, Salzwasser oder Oel liegen ließ und sodann ihre Gewichtszunahme bestimmte. Er erhielt folgende Ergebnisse:

	Kub. Cent. Wasser.	K. C. Salzwasser.	K. C. Oel.
100 Grm. Ohrknorpel absorbiren	231	125	—
100 » Sehnen absorbiren .	178	114	8,6
100 » gelbe Bänder . . .	148	30	7,2
100 » Hornhaut	461	370	9,1

Liebig fand, daß 100 Gewichtstheile trockner Ochsenblase in 24 Stunden absorbiren:

Wasser	268	Volumtheile [1]),
gesättigtes Salzwasser	133	»
Weingeist von 84 % .	38	»
Knochenöl	17	»

100 Theile trockene Schweinblase nahmen nach demselben Forscher auf in 24 Stunden:

Wasser	356	Volumtheile,
gesättigtes Salzwasser	159	»
Knochenöl	14	»

Man sieht, daß thierische Theile von reinem Wasser die größte, von Oel die geringste Menge absorbiren, und daß der Zusatz von Kochsalz oder Alkohol zum Wasser das Absorptionsvermögen der Thiersubstanz bedeutend verringert. Zur näheren Begründung dieser Thatsache hat Liebig das Absorptionsvermögen der Ochsenblase für Kochsalzwasser und Weingeist von verschiedenen Concentrationsgraden bestimmt und Folgendes ermittelt: 100 Gewichtstheile Ochsenblase nahmen auf in 48 Stunden:

reines Wasser	310	Gewichtstheile,
von einer Mischung von 1/3 Wasser und 2/3 Salzwasser	219	»
» » » » 1/2 » » 1/2 »	235	»
» » » » 2/3 » » 1/3 »	288	»
» » » » 1/2 » » 1/2 Alkohol	60	»
» » » » 2/3 » » 1/3 »	181	»
» » » » 3/4 » » 1/4 »	290	»

Es frägt sich jedoch, ob wir uns den Vorgang so einfach vorstellen dürfen, als ob die Flüssigkeiten unverändert absorbirt würden. Wenn man hinreichende Quantitäten von der Thiersubstanz im Verhältniß zu der Flüssigkeit anwendet, wird man ohne Zweifel finden, daß erstere lösbare Bestandtheile an die Flüssigkeiten abgeben und von den einzelnen Bestandtheilen zusammengesetzter Flüssigkeiten vielleicht manche in stärkerem Verhältniß als andere aufnehmen.

---

[1]) Es wird wohl »Gewichtstheile« heißen sollen.

Oesterlen hat eine lange Reihe von Versuchen über die Resorptionsfähigkeit verschiedener Organe (im Archiv für physiologische Heilkunde 1842) bekannt gemacht, aus welchen wir jedoch kaum einen physiologisch wichtigen Schluß ziehen können. Nach diesem Forscher zeigen die Nieren- und Lungensubstanz die stärkste Wasseraufnahme, die geringste dagegen Knorpel, das fibröse und Horngewebe und die Knochen.

Wichtiger als solche Versuche ist die mehr physikalische Auffassung des Gegenstandes, namentlich die Ermittelung der Absorptionsgesetze und die Bestimmung der Abhängigkeit des Absorptionsvermögens von der chemischen Constitution der absorbirenden Substanz. Dergleichen Studien würden wahrscheinlich Thatsachen ergeben, welche für den Proceß der Stoffaufnahme von Wichtigkeit sind.

Entsprechend den bedeutenden Verschiedenheiten, welche das Absorptionsvermögen verschiedener thierischen Theile für Flüssigkeiten bietet, zeigt auch die Endosmose je nach der Beschaffenheit der Membran, welche die Flüssigkeiten trennt, große Differenzen, wie schon Fischer angegeben hat. Eine dünne Kautschukplatte gestattet zwischen Wasser und wässerigen Lösungen keine Endosmose, wohl aber zwischen Weingeist und Wasser oder zwischen Weingeist und alkoholischen Lösungen. Dutrochet fand sehr dünne Lamellen von Marmor, Sandstein, namentlich aber von sogenannter Pfeifenerde als taugliche Zwischenwände für die Endosmose. Jerichau benutzte die capillaren Räume zwischen Quecksilber und Glas, indem er den untersten Theil einer U förmigen Röhre mit etwas Quecksilber und die beiden Schenkel mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten füllte. Auch in diesem Falle trat eine freilich nur sehr schwache Endosmose ein.

Kürschner zeigt (Artikel »Auffaugung« dieses Wörterb.), daß eine Membran, welche mit einer Flüssigkeit getränkt ist, die mit den auf beiden Seiten der Membran befindlichen Flüssigkeiten nicht mischbar ist, die Endosmose verhindert. Matteucci und Cima geben ziemlich viele Beispiele, aus denen hervorgeht, daß verschiedenartige Membranen, z. B. die äußeren Bedeckungen verschiedener Thiere, bedeutende Differenzen in der Stärke der Endosmose darbieten. Sie fanden, daß die für die Endosmose günstigste Lage im Allgemeinen, wenn sie die äußeren Bedeckungen der Thiere anwandten, diejenige ist, wobei das Wasser mit ihrer angewachsenen, die andere Flüssigkeit mit ihrer freien Oberfläche in Berührung kommt. Dieser Einfluß, welchen frische Membranen durch ihre Lage auf die Endosmose ausüben, fällt übrigens weg bei getrockneten oder durch Fäulniß veränderten Membranen.

Die Behauptung Kürschner's, daß Flüssigkeiten, welche die Membran zersetzen, die Endosmose aufheben, hat Brücke widerlegt und gezeigt, daß z. B. eine mit Höllensteinlösung behandelte Blase zwischen Zuckerwasser und Wasser immer noch Endosmose gestattet.

Sowie wir für die Absorptionsversuche als eine wichtige Aufgabe die Untersuchung des Verhältnisses der chemischen Constitution der absorbirenden Substanz zur Zusammensetzung der zu absorbirenden Flüssigkeit bezeichnet haben, so muß auch bei den Endosmosenversuchen die gleiche Aufgabe in's Auge gefaßt werden. Die nunmehr zur Genüge nachgewiesene Thatsache, daß Membranen von verschiedener Natur verschiedene endosmotische Erscheinungen bedingen, giebt zwar im Allgemeinen eine Einsicht in die Möglichkeit, ja Nothwendigkeit der Verschiedenheit der Secretionen trotz der gleichen

Beschaffenheit der Mutterflüssigkeit, welcher erstere ihren Ursprung verdanken; doch genügt diese Thatsache in dieser Allgemeinheit noch keineswegs, und es bleibt eine wichtige, aber höchst schwierige Aufgabe für die künftigen Forscher, die Ursachen dieser Erscheinung möglich aufzufinden. Daß die chemische Zusammensetzung der Membran hier von besonderem Einfluß sei, darüber wird wohl kein Zweifel sein.

Außer der Natur der Membran bedingt auch die Größe der Scheidewand, also ihre Contactfläche mit beiden Flüssigkeiten wesentlich die Stärke der Endosmose. Dutrochet hat hierüber eigene Versuche angestellt. Er wandte 2 Endosmometer an, bei denen die Oberflächen der Membranen sich wie 1 zu 4 verhielten; genau in demselben Verhältniß will er auch die Stärke der Endosmose gefunden haben. Versuche der Art sind übrigens, da sich die Antwort auf diese Frage von selbst giebt, überflüssig.

Die Dicke der Membran ist ebenfalls von Einfluß auf die Erscheinung; die Endosmose erfolgt um so schneller, je dünner die Scheidewand ist. Dutrochet fand bei einer Sandsteinlamelle von 6 und 4 Millimeter Dicke zwischen Wasser und Gummiarabicumlösung keine Endosmose, wohl aber eine geringe Volumänderung, wenn die Lamelle nur 3 Millimeter dick war. Bei der sogenannten Pfeifenerde fand er selbst noch bei $1^1/_2$ Centimeter dicken Lamellen eine schwache Endosmose, die aber bei blos 1 Millimeter dicken sehr stark war.

Die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeit hat einen großen Einfluß auf den Gang der Erscheinung. Es gilt als ein allgemeines Gesetz, daß wässerige Lösungen von Salzen, Alkalien und vielen organischen Stoffen, wenn sie von Wasser durch eine Blase getrennt werden, an Volum immer zunehmen, wogegen von dem gelösten Körper eine größere oder geringere Quantität zum Wasser übergeht.

Nach Fischer ist z. B. die Endosmose bei Kochsalz- oder Salmiaklösung viel stärker als bei Cyaneisenkalium. Nach Dutrochet verhält sich bei Lösungen von Ichthyocolla, Gummi arabicum, Zucker und Eiweiß die Stärke der Endosmose wie 3 : 5 : 11 : 12. Zwischen Alkohol und Oel fand er die Strömung gegen das Oel stärker. Bei den Säuren fand man im Allgemeinen, daß der stärkere Strom immer gegen das Wasser geht. Doch giebt Dutrochet an, daß die Richtung des Stromes von der Concentration der Säure abhänge. Weinsteinsäurelösung von 105 spec. Gew. zeigte bei 25° C. gegen Wasser keine Volumänderung, obschon ein gegenseitiger Austausch eintrat. Bei dem specifischen Gewichte der Säure von mehr als 105 nahm das Volum der Säure zu, bei einer geringeren Concentration als 105 nahm die Säure ab. Aehnliches fand er bei der Citronensäure und bemerkt zugleich, daß diese Gränze in der Art veränderlich ist, daß die Erniedrigung der Temperatur die Richtung der Endosmose gegen das Wasser, die Erhöhung der Temperatur aber die Endosmose gegen die Säure verstärkt.

Jolly machte über die Endosmose verschiedener Substanzen genauere und zahlreichere Versuche als seine Vorgänger. Indem er, wie schon bemerkt, den Versuch so lange fortsetzt, bis die Stoffe, deren Endosmose gegen Wasser er untersuchte, aus der Röhre gänzlich verschwunden waren und sich nur reines Wasser in der Röhre befand, gelangte er zu Zahlen, welche angeben, welch ein Multiplum das eingetretene Wasser von dem in der Röhre früher vorhandenen, durch Endosmose entfernten Stoffe ist. Er fand, daß dieses Multiplum für einen und denselben Stoff unter sonst gleichen Verhältnissen, also namentlich bei gleicher Temperatur und gleichen Membran-

stücken ungeändert dasselbe bleibt, man mag eine größere oder kleinere Menge dieses Stoffes, den letzteren trocken oder in beliebiger Concentration anwenden. Er schlägt vor, diese Multipla als endosmotische Aequivalente zu bezeichnen.

Das endosmotische Aequivalent eines Stoffes ist demnach das Verhältniß der ausgetretenen Gewichtsmenge desselben zu der eingetretenen Wassermenge, die erstere als Einheit genommen.

Jolly gelangte in seinen einzelnen Versuchen zu folgenden Ergebnissen:

	Nummer der Membran.	Endosmotisches Aequivalent.
Kochsalz	1	4,316
»	1	4,58
»	2	3,991
»	2	3,820
»	10	4,352
»	11	4,092
Glaubersalz	5	12,44
»	7	12,023
»	7	11,033
»	6	11,066
»	1	11,581
Schwefelsaures Kali . .	1	11,42
» » . .	2	12,65
» » . .	4	12,76
Schwefelsaure Bittererde .	5	11,503
» » .	6	11,802
Schwefelsaures Kupferoxyd	6	9,564
Saures schwefelsaures Kali	9	2,345
Kalihydrat	7	200,09
»	1	231,4
Alkohol	6	4,140
»	8	4,132
»	4	4,336
Zucker	6	7,250
»	7	7,064
Schwefelsäurehydrat . .	3	0,391
» . .	5	0,308

Die Differenzen der endosmotischen Aequivalente mancher Stoffe sind, wie man sieht, ganz enorm. Jolly macht darauf aufmerksam, daß das bei weitem größte Aequivalent die stärkste Salzbase, das kleinste dagegen die stärkste Säure besitzt, daß saure Salze den Säuren näher stehen, während die neutralen Salze höhere Aequivalente zeigen als die sauren.

Schon von vorneherein kann man vermuthen, daß die Concentration der Lösungen von bedeutendem Einfluß auf die Endosmose ist, was zuerst Fischer bemerkte. Ueber diese Frage giebt folgende von mir mit Kochsalzlösung und Wasser angestellte Versuchsreihe Aufschluß. Die Versuchsdauer ist jedesmal 5 Stunden, von jeder Flüssigkeit wurden 100 Kub. Cent. angewandt, und die Oberfläche der Membran betrug 12,88 Quadr. Centimeter.

Nummer des Membran-stücks.	In der Kochsalzlösung enthaltene Salzmenge in Grammen zu Anfang des Versuches.	Volumabnahme des Wassers in Kub.-Centimet.	Zu dem Wasser übergegangene Salzmenge in Grammen.
1	17,234	4,98	2,14
1	13,901	3,93	1,79
2		3,45	2,16
3		2,48	1,37
4		2,56	1,24
4		2,79	1,34
5	10,226	2,25	1,23
5	12,576	2,69	1,75
5	18,212	4,11	1,90
5	21,918	4,23	2,21
6	15,951	3,47	1,75
6	13,901	2,92	1,42
6	34,076	6,94	3,31
6	30,198	5,39	2,93

Beim Ueberblick über diese Versuchsreihe sieht man, daß mit zunehmender Concentration der Kochsalzlösung die Volumabnahme des Wassers und der Kochsalzverlust der Lösung zunimmt; geht man aber auf eine genauere Vergleichung der Einzelversuche ein, so erkennt man, daß bei Lösungen von geringerer Concentration eine verhältnißmäßig stärkere Endosmose als bei stark concentrirten Lösungen erfolgt; das Verhältniß der Volumänderungen ist daher ein kleineres als das der Dichtigkeiten. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in Folgendem: die Endosmose erfolgt mit verschiedener Geschwindigkeit bei verschiedenen Stoffen, sowie auch bei verschieden concentrirten Lösungen desselben Stoffes. Eine größere Geschwindigkeit der Endosmose hat natürlich zur Folge, daß die Lösung um so schneller an specifischem Gewicht verliert, das Wasser dagegen um so schneller Quantitäten von dem in der Lösung befindlichen Körper aufnimmt. Dadurch wird bei stark concentrirten Lösungen die Differenz der Concentration beider Flüssigkeiten, von welcher die Schnelligkeit der Endosmose abhängt, verhältnißmäßig früher ausgeglichen, als bei schwächeren Lösungen.

Vergleicht man nun die gegenseitig übergetretenen Stoffe bei verschieden concentrirten Lösungen in mehreren Zeitabschnitten, so findet man, daß das Verhältniß der Endosmose in jedem Zeitabschnitt ein anderes ist und sich um so verschiedener herausstellt, je größere Differenzen die Stoffe in der Energie der Endosmose zeigen. Wäre die Bewegung eine gleichförmige, dann würde, wie Jolly richtig bemerkt, das Verhältniß der Endosmose verschiedener Stoffe nach jedem beliebigen Zeitraum dasselbe bleiben.

Folgende Schemata werden das Gesagte deutlicher machen. Betrachten wir zuerst den einfachen Fall einer gleichmäßigen Bewegung. Wir wollen zwei Lösungen annehmen, deren Concentration sich wie 2 : 1 verhält; in der einen Lösung seien in 100 Kubik-Centimeter 20, in der anderen 10 Gramme von dem gelösten Körper enthalten. Gesetzt, es erfolge blos ein einziger Strom, d. h. die Lösung verliere blos von ihrem gelösten Körper. Die Stärke der Endosmose betrage im ersten Zeitabschnitt bei der stärkeren Lösung zwei, bei der schwächeren 1 Gramme. Untersuchen wir nun die Vorgänge in den darauffolgenden Zeiträumen unter der Voraussetzung, daß die

Stärke der Endosmose der Concentration der Flüssigkeiten proportional sei. Wir finden alsdann:

Zeitraum.	Menge des gelösten Körpers in 100 Kubik-Centimeter der Lösung zu Anfang des Zeitraumes.	Stärke der Endosmose.
	Stärkere Lösung.	
1	20	2
2	18	1,8
3	16,2	1,62
	Schwächere Lösung.	
1	10	1
2	9	0,9
3	8,1	0,81

In diesem Falle ist das Verhältniß der Stärke der Endosmose beider Lösungen in den verschiedenen Zeiten dasselbe. Ein einfacher Strom, wie der so eben angenommene Fall, ist aber höchst selten; wir haben es im Gegentheil fast ohne Ausnahme mit einem dopppelten Strome, mit einer ungleichförmigen Bewegung zu thun.

Wählen wir dafür dasselbe Beispiel, wie das so eben gebrauchte, und setzen wir die Stärke des zweiten Stromes (vom Wasser zur Lösung) gleich der Stärke des Stromes von der Lösung zum Wasser. Wir erhalten alsdann folgende Zahlen:

Zeitraum	Volum der Lösung zu Anfang des Zeitabschnittes in Kub. Centimet.	Volum des Wassers zu Anfang des Zeitabschnittes in Kub. Centimet.	Gewichtsmenge des gelösten Körpers in Grammen in der Lösung zu Anfang des Zeitraums.	Gewichtsmenge des gelösten Körpers in Grammen im Wasser zu Anfang des Zeitraums.	Menge des gelösten Körpers in 100 Volumtheilen der Lösung zu Anfang des Zeitraums.	Menge des gelösten Körpers in 100 Volumtheilen des Wassers zu Anfang des Zeitraums.	Differenz der Concentration beider Flüssigkeiten.	Stärke der Endosmose.
			Stärkere Lösung.					
1	100	100	20	0	20	0	20	2
2	102	98	18	2	17,64	2,04	15,6	1,55
3	103,56	96,44	16,44	3,56	15,87	3,69	12,18	1,218
			Schwächere Lösung.					
1	100	100	10	0	10	0	10	1
2	101	99	9	1	8,910	1,010	7,9	0,79
3	101,79	98,21	8,21	1,79	8,065	1,822	6,24	0,624

Es ist nicht nöthig, die Rechnung weiter fortzusetzen; es erhellt aus derselben, daß die Endosmose im zweiten Fall verhältnißmäßig etwas stärker ist als im ersten Fall, denn obschon die Dichtigkeiten beim Beginn des ersten Zeitabschnittes sich wie 2 : 1 verhalten, so beträgt die Endosmose in den drei Zeiträumen zusammengenommen im ersten Fall 4,778, im zweiten 2,414, was ein Verhältniß von 2 : 1,0105 ergiebt. Für spätere Zeiträume würden sich noch größere Differenzen ergeben.

Wenn nun, wie man aus Obigem ersieht, Jolly's Bemerkung, daß die Kenntniß der Stärke der beiden Ströme nach der bisherigen Messungsmethode bestimmt, kein ganz genaues Maaß der Stärke der Endosmose eines Stoffes ergebe, auch ganz richtig ist, so sind wir doch im Stande zu einer richtigen Verwerthung und Berechnung der nach der bisherigen Verfahrungsreise gewonnenen Resultate zu gelangen, und aus den auch nur kurze Zeit beobachteten Erscheinungen der Endosmose mit derselben Genauigkeit das endosmotische Aequivalent eines Stoffes zu berechnen, als wenn wir, nach Jolly's Vorgang, den Versuch so lange fortsetzen, bis der zu untersuchende Stoff völlig aus dem Endosmometer verschwunden und durch Wasser ersetzt ist. Es würde mich jedoch zu weit führen, diesen Gegenstand hier näher zu entwickeln und ich verspare diese Aufgabe für die Fortsetzung meiner endosmotischen Studien, die ich in Griesinger's Archiv für physiologische Heilkunde veröffentlichen werde.

Aus Jolly's zahlreichen und genauen Versuchen ist nun die Richtigkeit des Gesetzes, daß die Menge der in einer Zeiteinheit übertretenden Stoffe unter sonst gleichen Verhältnissen der Concentration der Lösungen proportional ist, vollständig erwiesen.

Wir wollen als Beispiel seinen ersten an Glaubersalz angestellten Versuch anführen. Er bestimmte, nachdem das Gewicht der Röhre, des Salzes und des zur Lösung des letzteren angewandten Wassers gefunden worden war, von Zeit zu Zeit das Gesammtgewicht der Röhre sammt ihrem Inhalt, bis keine Gewichtsänderung mehr wahrnehmbar war. Aus den successiv bestimmten Gewichtszunahmen berechnete er sodann die entsprechenden Salzmengen, welche zum Wasser übergingen. Da das endosmotische Aequivalent des Glaubersalz = 12,44 ist, so wird die Salzmenge a_1, welche zwischen je 2 Wägungen überging, durch $a_1 . 12,44$ Wasser ersetzt. Die Gewichtszunahme p_1 der Röhre ist natürlich gleich dem Geichte des eintretenden Wassers weniger das Gewicht des austretenden Glaubersalzes, woraus also folgt $a_1 = \frac{p_1}{11,44}$. Auf gleiche Weise werden die übrigen, in den folgenden Zeiträumen übergangenen Salzmengen a_2, a_3 ..... berechnet.

Die Einzeldaten dieses Versuches sind folgende:

Gewicht der Röhre	33,4460 Gr.
» des wasserfreien Glaubersalzes . . .	0,2816
» » Krystallwassers	0,3584
» » zur Lösung angewandten Wassers .	3,683
Gesammtgewicht	37,769

Die einzelnen Wägungen ergeben folgende Resultate:

	№ der Wägung.	Zeitdauer der Endosmose in Stunden.	Gewicht der Röhre.
	1		37,769
I.	2	16,25	39,329
II.	3	23,75	39,700
III.	4	40,50	40,166
IV.	5	64,75	40,531
V.	6	89,25	40,738
VI.	7	112,25	40,850
VII.	8		40,992

Jolly stellt eine Gleichung auf, durch welche die Zeit t eines Versuchs durch Rechnung bestimmt werden kann, welche nöthig ist, damit die Menge a_1 eines Stoffes durch Endosmose zum Wasser übertrete. Es werden hier als bekannt vorausgesetzt folgende Größen: das Gewicht a des anfänglich angewandten Stoffes, das Gewicht n des zur Lösung verwandten Wassers; f bedeutet die Oberfläche der Membran, welche die Endosmose vermittelt, β das endosmotische Aequivalent des Stoffes. Der Werth des Coefficienten α ist unbestimmt, weshalb auch die Gleichung keine absoluten, sondern nur relative Zeitbestimmungen zuläßt, was übrigens zum Beweis der Richtigkeit des Gesetzes hinreicht.

Die Gleichung ist $t\ \alpha\ f = (n + a\ \beta)\ \text{log. nat.} \left(\frac{a}{a - a_1}\right) - \beta\ a_1$. Durch Einführung der entsprechenden Werthe in diese Gleichung erhält man für die verschiedenen Zeitinterballen die Werthe:

I. — 3,299
II. — 4,803
III. — 7,678
IV. — 11,697
V. — 15,997
IV. — 20,310

Vergleicht man nun die Verhältnisse der berechneten Zeiten und die der beobachteten und zwar in der Weise, daß man jedesmal die unmittelbar auf einander folgenden Zeiten nimmt, so erhält man folgende Zahlen

	beobachtet	berechnet
Zeitintervall I : II.	1 : 1,461	1 : 1,456
» » II : III.	1 : 1,705	1 : 1,598
» » III : IV.	1 : 1,598	1 : 1,523
» » IV : V.	1 : 1,386	1 : 1,367
» » V. : IV.	1 : 1,256	1 : 1,269

Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist so groß, als bei derartigen Versuchen überhaupt zu erwarten ist. Diese Thatsache beweist, daß bei demselben Stoffe die Menge des in einer Zeiteinheit übertretenden Stoffes der Concentration der Lösung proportional ist.

Wenn die Menge der in einer Zeiteinheit übertretenden Stoffe der Concentration der Lösung proportional ist, so ist wohl a priori anzunehmen, daß bei der Endosmose zwischen zwei verschieden concentrirten Lösungen desselben Stoffes die Differenz ihrer Concentration maaßgebend ist für die Menge der übertretenden Stoffe. Ich habe hierüber folgende Versuchsreihe mit Kochsalzlösungen von sehr verschiedenen Concentrationen angestellt. Alle Bedingungen des Versuches sind wie die bei der ersten Versuchsreihe angegebenen.

Membran	In der Kochsalzlösung enthaltene Salzmenge in Grammen zu Anfang des Versuches		Unterschied des procentigen Kochsalzgehaltes bei den Lösungen	Wasserverlust der schwächeren Lösung in Kub. Centimet.	Salzverlust der stärkeren Lösung in Grammen.
	Schwächere Lösung	Stärkere Lösung			
1	10,267	17,014	7,014	1,09	0,312
2	3,411	9,623	6,212	1,08	0,451
3	9,623	19,415	9,792	2,16	0,603
3	3,490	19,415	15,925	4,06	2,237
3	4,261	27,529	23,268	4,58	2,703
3	9,293	21,331	12,038	2,26	2,178
3	9,293	21,331	12,038	2,50	1,291
4	2,500	13,660	11,160	2,71	1,878
4	5,617	13,901	8,284	1,57	1,409
4	5,677	10,949	5,272	0,94	0,566
4	5,677	10,949	5,272	1,08	0,588
4	7,213	27,163	19,950	4,81	2,362

Ueber die Verhältnisse der Endosmose zwischen zusammengesetzten Flüssigkeiten besitzen wir bis jetzt nur sehr wenige Untersuchungen, obgleich einleuchtend ist, daß die hieher gehörenden Fragen gerade für die Verhältnisse des Organismus von Interesse sind.

Es war vorauszusehen, daß der Zusatz von etwas Säure zur Zuckerlösung eine Abnahme des Volums der letzteren bedingt, wie Dutrochet wirklich fand, und daß der Zusatz von Säure zum Wasser, welches mit Zuckerwasser in endosmotischen Contact gebracht wird, das Volum des Zuckerwassers in viel höherem Grade, als wenn letzteres blos mit reinem Wasser in Berührung kommt, vergrößert. Solche bloße Volumbestimmungen, wie sie Dutrochet gegeben hat, lösen die Frage nur theilweise, indem es sich doch darum handelt, etwaigen Modificationen der Endosmose der Zuckermoleküle nachzuforschen.

Durch Zusatz von Gummi zur Kochsalzlösung wird die Endosmose schwächer, wie ich in einer Reihe von Experimenten gefunden habe. Ohne auf die Einzelversuche näher einzugehen, will ich blos bemerken, daß bei einem Gummigehalte von 14,85 Gramm Gummi in 100 K. C. M einer Lösung von Gummi und Kochsalz die Wasserendosmose = 75, die Salzendosmose = 70 ist, wenn die Wasser- und Salzendosmose zwischen Kochsalzlösung und Wasser 100 beträgt.

Schon Fischer bemerkte, daß der höhere oder tiefere Stand der Flüssigkeit in der Röhre des Endosmometers auf die Endosmose influire, dieselbe aber niemals ganz aufhebe. Aus diesem Grunde ist es bei genauen Endosmosenversuchen durchaus erforderlich, daß beide Flüssigkeiten beständig unter gleichem Drucke gehalten werden. Dutrochet's hieher gehörenden Versuche, mit der diesem Forscher eigenthümlichen Unklarheit angestellt, erhellen diesen Gegenstand durchaus nicht. Valentin fand, daß von Eiweißlösung um so mehr Eiweiß zum Wasser überging, je höher die Flüssigkeitssäule der Eiweißlösung war.

Der Einfluß des Druckes auf die Endosmose muß demnach noch genauer nachgewiesen werden, als es bis jetzt der Fall ist. Eine eigenthümliche Schwierigkeit bilden hierbei die Veränderungen, welche die Poren der Blase durch starken Druck ohne Zweifel erleiden. Es müssen hier zuerst die Erscheinun-

gen der Endosmose bei verstärktem, aber beiderseitig gleichem Druck untersucht werden, ehe man den Einfluß des einseitig verstärkten Druckes erforscht.

Die Versuche, welche Kürschner über den Einfluß der Schnelligkeit der Strömung der Flüssigkeiten auf die Endosmose mittheilt, aus denen er folgert, daß bei einem beständigen Strome die Flüssigkeit wenig abgiebt und sehr viel aufnimmt, scheinen mir durchaus nichts zu beweisen.

Die chemische Verwandtschaft übt auf die Endosmose einen bedeutenden Einfluß aus. Wenn überhaupt bei jeder Endosmose Affinitäten ins Spiel kommen, da wir chemische Affinitäten gewiß nicht einseitig nur da annehmen können, wo eine sinnenfällige Veränderung oder Ausgleichung der Eigenschaften der zusammentreffenden Stoffe erfolgt, so muß natürlich bei starken chemischen Affinitäten die Endosmose um so wirksamer sein. Schon Fischer giebt an, daß, wenn eine diluirte Säure auf der einen Seite, auf der anderen Wasser, worin ein Metallstück eingetaucht ist, sich befindet, die Volumzunahme des Wassers in demselben Verhältnisse erfolgt, als die angewandte Säure das Metall aufzulösen im Stande ist. Zwischen starken Säuren und Wasser, welche eine bedeutende Anziehung zu einander haben, erfolgt die Endosmose sehr rasch.

Von merklichem Einfluß auf die Stärke der Endosmose ist endlich die Temperatur, indem nach Dutrochet bei Erhöhung derselben die Endosmose bedeutend zunimmt. Jolly findet es für wahrscheinlich, daß es Stoffe giebt, deren endosmotisches Aequivalent mit Erhöhung der Temperatur wächst, während bei anderen das Gegentheil erfolgt. Doch hat er diese Beobachtung nur beiläufig und mit zu geringen Temperaturdifferenzen gemacht und traut in dieser Hinsicht seinen Versuchen keine große Beweiskraft zu.

In nächster Beziehung zu den Versuchen über Imbibition und Endosmose stehen diejenigen über die Filtration von Flüssigkeiten durch poröse Membranen. Auch hier sind zahlreiche Versuche im Interesse der Wissenschaft recht sehr zu wünschen. Wenn das Absorptionsvermögen und die Stärke der Endosmose bei verschiedenen Flüssigkeiten verschieden ist, so muß dasselbe der Fall sein hinsichtlich der Erscheinungen der Filtration.

Nach Liebig fließt durch eine Ochsenblase von $1/_{10}$ Linie Dicke Wasser unter einem Druck von 12 Zoll Quecksilber, gesättigtes Kochsalzwasser erst bei einem Druck von 18 — 20, Oel bei 34 Zoll. Unter einem Druck von 48 Zoll fließt Alkohol noch nicht aus. Durch den Bauchfellüberzug einer Ochsenleber von $1/_{20}$ Linie Dicke fließt nach demselben Forscher.

Wasser	bei einem	Druck	von	8 — 10	Zoll	Quecksilber
Salzwasser	»	»	»	12 — 16	»	»
Oel	»	»	»	22 — 24	»	»
Alkohol	»	»	»	36 — 40	»	»

Zugleich beobachtet man, daß bei fortgesetzten Versuchen, bei längerer Berührung der Membran mit den Flüssigkeiten die Filtrirbarkeit größer wird.

Von gemischten Flüssigkeiten treten die Stoffe in ungleichförmigem Verhältnisse aus. Sömmerring's bekannter Versuch zeigt, daß Weingeist in eine Blase eingeschlossen und der Luft ausgesetzt, fast blos Wasser verliert, so daß fast wasserfreier Alkohol zurückbleibt. Doch läßt die Blase immer auch etwas Alkohol verdunsten. Diese Thatsache wird erklärlich, wenn wir die großen Verschiedenheiten des Absorptionsvermögens der Blase für Wasser und Alkohol betrachten.

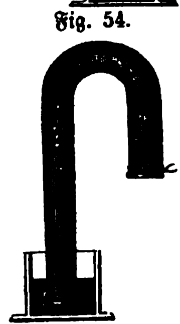
Wegen der großen Affinität der thierischen Membranen zum Wasser

Fig. 53.

wird die Verdunstung des letzteren nicht gehindert, selbst wenn das Wasser von der Atmosphäre durch eine Blase getrennt ist. Indem letztere sich mit Wasser imprägnirt, verdunstet das auf der äußeren Fläche der feuchten Membran befindliche Wasser und zieht das in den inneren Schichten der Membran enthaltene Wasser nach sich, welches wieder von der die innere Fläche der Membran berührenden Wasserschicht ersetzt wird.

Nimmt man eine Röhre, welche an dem einen Ende erweitert und umgebogen und daselbst mit einer Membran verschlossen ist und füllt die ganze Röhre mit Wasser, während der engere Schenkel in Quecksilber gestellt und die Blase dem Contact der Luft ausgesetzt wird, so steigt das Quecksilber in dem engeren Schenkel bis zu einer gewissen Höhe, da der Apparat durch Verdunstung Wasser verliert und das Quecksilber den Raum des verdunstenden Wassers einnimmt.

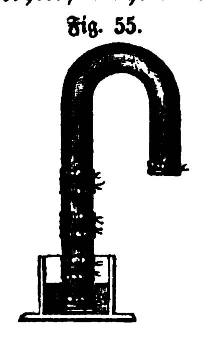
Fig. 54.



Die Verdunstung wirkt so stark, daß wir durch dieselbe einen Uebergang vom Salzwasser zum Wasser, also eine Umkehrung der gewöhnlichen endosmotischen Störung eintreten lassen können, wie ein Versuch Liebig's zeigt. Stellt man nämlich den einen Schenkel einer mit Wasser gefüllten und mit Blase an beiden Enden verschlossenen gebogenen Röhre in ein Gefäß mit Salzwasser, während der andere Schenkel frei ist, so wird der Raum des durch die freie Membran verdunstenden Wassers durch Salzwasser eingenommen. Stellt man den längeren Schenkel der mit Wasser gefüllten Röhre in Oel, so füllt sich die Röhre allmählig mit Oel an.

Verbindet man die Verdunstungsröhre mittelst Kautschukröhren mit Röhren, welche mit Wasser gefüllt und an beiden Enden mit Blase verschlossen sind, und taucht das unterste Röhrenstück in Salzwasser, Oel u. s. w., so füllen sich allmählig alle diese Röhrenabtheilungen und zuletzt die Verdunstungsröhre selbst, mit Salzwasser oder Oel an.

Fig. 55.



Die Verdunstung ist demnach ein wirksames Mittel, um Flüssigkeiten an die Stelle der verdunsteten Stoffe nachzuziehen. Dieses Moment ist auch im Organismus wirksam. An Stellen, wo eine Verdunstung stattfindet, an den äußeren Bedeckungen und im Respirationsapparat, wird durch diesen Proceß der Austritt von Stoffen aus dem Blute befördert.

Es kann meine Absicht nicht sein, an diesem Orte die verschiedenen Theorien, welche die Physiker über die Endosmose aufgestellt haben, in ihrer historischen Entwickelung aufzuzählen; wohl aber ist ein kurzes Eingehen in das, was sich aus den zahlreichen Debatten bis auf die heutige Zeit erhalten hat, erforderlich.

Die Endosmose ist in ihrem Endresultat eine Function verschiedener, freilich ebenfalls nicht einfacher Kräfte, und zwar haben wir zu betrachten 1) die Anziehung, welche die Moleküle jeder Flüssigkeit auf sich selbst aus-

mit Lösungen von Stoffen füllte, und sodann diese Darmportionen in Flüssigkeiten tauchte, welche empfindliche Reagentien der in dem Darminhalt befindlichen Stoffe enthielten. Böcker konnte bei dem lebenden Thiere keine Färbung wahrnehmen, wohl aber trat, wie es sich von selbst versteht, bei Darmschlingen todter Thiere in der Regel sehr schnell die erwartete Reaction ein. Böcker stellte die Mehrzahl seiner Experimente an Fröschen an, deren Därme übrigens zu solchen Versuchen weniger geeignet sind, als die Gedärme größerer Thiere. Wir wollen einige dieser Versuche hier anführen.

Im ersten Versuch wurde der mit schwefelsaurer Eisenlösung gefüllte Darm in eine Flüssigkeit gesenkt, welche blausaures Eisenkali enthielt; innerhalb 20 Minuten zeigte sich weder in der Darmwandung, nach in den Blut- und Lymphgefäßen, blaue Färbung. Nachdem das Thier getödtet war, färbten sich die Wandungen in einer halben Stunde blau.

Beim dritten Versuch, in welchem der Darm blausaures Eisenkali, die äußere Flüssigkeit schwefelsaures Eisen enthielt, war beim lebenden Thiere innerhalb einer halben Stunde keine Färbung zu bemerken.

Im vierten Versuche wurde einer Katze eine Lösung von blausaurem Eisenkali in die Harnblase eingebracht; nach 25 Minuten wurde die Unterleibshöhle geöffnet und die Oberfläche der Harnblase mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisen befeuchtet. Innerhalb 15 Minuten erfolgte keine Färbung der Blasenwandung. Nachdem das Thier getödtet war, wurde die Blase entfernt, unterbunden und in die Eisenlösung getaucht, worauf sich die Färbung sehr schnell zeigte.

In einer Reihe von Experimenten mit chromsaurem Kali und essigsaurem Blei zeigte sich bei lebenden Thieren innerhalb 20—25 Minuten keine Färbung der Darmwandungen.

Diese Versuche müssen übrigens mit Vorsicht angestellt werden und namentlich muß man sich hüten, zu stark concentrirte Lösungen zu gebrauchen, welche die Darmwandungen schnell angreifen. Trotzdem werden solche Versuche nicht selten ein anderes Resultat geben, als erwartet wird.

Die von Böcker mitgetheilten Thatsachen, selbst wenn sie durch nachfolgende Prüfungen noch manche Einschränkung erfahren sollten, sind ganz interessant, aber sie beweisen durchaus nicht, was der Verfasser beweisen will, nämlich die Unstatthaftigkeit der Uebertragung des endosmotischen Gesetze auf den Organismus. Es kann sich bei dem lebenden Thiere in der Regel aus dem einfachen Grunde keine Färbung in der Darmwandung zeigen, weil die Blutgefäße die Stoffe, die sie resorbirt haben, sogleich weiter führen. Würden die Blutgefäße, die zu der Darmschlinge gehen, vorher unterbunden, so würde ohne Zweifel die Färbnng nicht sehr lange auf sich warten lassen. Außerdem dürfen wir nicht übersehen, daß das Epithelium des Serosa, so lange es unversehrt ist, möglicherweise dem Uebergang gewisser Stoffe sich widersetzt.

Der Schluß, daß das Leben den physikalischen, oder wie man so gerne sagt, den Todesgesetzen sich widersetzt, kann deshalb aus Böcker's Versuchen nicht abstrahirt werden, wohl aber liefern dieselben werthvolle und sehr dankenswerthe Thatsachen über die Resorptionserscheinungen überhaupt.

Es öffnet sich durch endosmotische Versuche am lebenden Körper ein weites Feld der Forschung, welches reiche Ausbeute verspricht, z. B. durch Injection von Flüssigkeiten in unterbundene Darmportionen lebender Thiere und Ermittelung der aus der Darmhöhle in das Blut übergegangenen Stoffmengen, oder durch Endosmosenversuche an der unversehrten oder durch ein

Vesicator ihres Epithelinms beraubten äußeren Haut, Versuche, die wir sehr bequem an uns selbst anstellen können.

Auf die fundamentalste Frage, die uns bei den Erscheinungen der Transsudation, überhaupt des gesammten Stoffwechsels, in erster Reihe entgegentritt, warum nämlich in jedem Körpertheile nur gewisse Stoffe aus dem Blute transsudiren, können wir, wie schon früher bemerkt, zwar eine nicht ganz ungenügende Antwort durch Hinweisung auf analoge Verhältnisse der Endosmose und Imbibition ertheilen, doch geben wir gerne zu, daß damit für specielle Fälle noch nichts gewonnen ist. Wenn wir das Absorptionsvermögen der Membranen für verschiedene Flüssigkeiten sehr verschieden gefunden, wenn wir ferner gesehen haben, daß die Art und die Stärke der Endosmose sich wesentlich nach der Beschaffenheit der Zwischenwand richtet, und daß bei der Endosmose die Lösungen nicht in toto übergehen, so haben wir wenigstens allgemeine Anhaltspunkte, welche uns darauf hinweisen, daß bei den Vorgängen der Transsudation die Natur der Scheidewand von bestimmendem Einfluß ist, und eine Analogie mit den Erscheinungen im Organismus, wo wir ebenfalls bemerken, daß das Blut nicht in Substanz und unverändert in die Organe übergeht. Wir brauchen deshalb zu einer instinctmäßigen Auswahl der Stoffe, mit der man in der Pflanzen- und Thierphysiologie so häufig die Frage abzuschneiden gesucht hat, unsere Zuflucht nicht zu nehmen, wenn wir bei verwandten Vorgängen analoge Erscheinungen antreffen.

Man glaubte in neuerer Zeit die Specificität der Absanderungen dadurch besser erklären zu können, daß man das Wesen des Secretionsprocesses als eine Verflüssigung des Secretionsorgans auffaßte, eine Ansicht, für welche Forscher wie Goodsir, Henle, Lereboullet und Andere eingetreten sind. Niemand wird leugnen, daß dadurch unsere Kenntniß des Secretionsprocesses einen Fortschritt gemacht hat; der Erklärung der Specificität der Absonderungen sind wir aber damit um keinen Schritt näher gerückt, und wir haben dadurch die Frage nur weiter hinausgeschoben, denn die Anhänger jener Ansicht sind nicht im Stande, specieller darzuthun, warum die die Absonderungscanäle auskleidenden Zellen die specifischen Absonderungsproducte aus dem Blute in sich aufnehmen und dieselben theilweise chemisch verändern.

Die Se- und Excretionen als bloße Ausscheidungen, Filtrirproducte aus dem Blute zu betrachten, ist im Allgemeinen nicht gestattet, denn wir finden bekanntlich manche Stoffe in den Ausscheidungen, die im Blute nicht vorhanden sind. Doch unterliegt es keinem Zweifel, daß nicht wenige Bestandtheile der Ausscheidungen von diesem einfachen Gesichtspunkt aus zu betrachten sind, denn wir sehen, daß dieselben bei ihrem Durchgang durch das Secretionsorgan keine chemischen Veränderungen erleiden und daß die Quantität ihrer Ausscheidung von der Blutmischung abhängig ist. Wenn wir auch die Hoffnung haben dürfen, daß rein physikalische Studien über Endosmose und Filtration noch über manche Eigenthümlichkeiten des Secretionsprocesses Aufschluß geben werden, so dürfen wir doch die chemische Seite dieses Phänomens nicht vernachlässigen und die Erwartung hegen, daß weitere Fortschritte der Chemie über die in den Secretionsorganen bei der Transsudation der Stoffe aus dem Blut eintretenden Veränderungen Aufschluß geben können.

Vergleichen wir die chemische Zusammensetzung der Aussonderungen mit der Blutmischung, so finden wir hinsichtlich des Durchlassungsvermögens der einzelnen Secretionsorgane für die verschiedenen transsudirenden Bestandtheile die enormsten Differenzen, indem in jedem speciellen Absonderungsorgane

gewisse Stoffe im Vergleich zu ihrem Vorkommen im Blute in unverhältnißmäßig größeren Proportionen austreten, als andere. Wäre uns die mittlere Blutmenge bekannt, welche in einer bestimmten Zeit ein Secretionsorgan durchströmt, so könnten wir durch die Vergleichung der in derselben Zeit ausgeschiedenen Bestandttheile des Secretes zu einer ganz exacten Kenntniß der Transsudationsfähigkeit jedes einzelnen Stoffes gelangen. Es scheint ein allgemeines Gesetz zu sein, daß den jeder Secretion eigenthümlichen Bestandttheilen auch das größte Durchlassungsvermögen gestattet ist. So wird z. B. in den Nieren verhältnißmäßig viel mehr Harnstoff, als andere Blutbestandttheile, ausgeschieden. Es ist schwer, diese Thatsache ohne die Annahme einer besonderen chemischen Verwandtschaft dieser specifischen Secretionsstoffe zu der Drüsensubstanz einzusehen.

So wie der Concentrationsgrad der Flüssigkeiten auf die Stärke der Endosmose von Einfluß ist, so muß auch die Proportion, in welcher ein Stoff im Blute vorkommt, auf dessen Ausscheidung von Einfluß sein. Die exacte Bestimmung des Verhältnisses der Secretionsstoffe zur Blutmischung ist eine schöne Aufgabe für die Physiologie, und die nothwendige Grundlage einer wissenschaftlichen Theorie der Secretionen. Schon die einfache Vergleichung der mittleren Blutmischung und der chemischen Constitution der Secrete giebt hierüber nicht unwichtige Aufschlüsse, doch haben wir es hier mit zu engen Gränzen zu thun, die uns eine genauere Einsicht in die Sache erschweren. Mittelst künstlicher Veränderung der Blutmischung können wir unsere Frage auf wünschenswerthe Weise untersuchen. Experimente, welche ich mit meinem Freunde Professor Wellzien hierselbst vor einiger Zeit angestellt habe, an deren Fortsetzung wir leider durch äußere Umstände verhindert wurden, zeigten, daß durch Injection von Kochsalzwasser in das Blut der Thiere eine enorme Erhöhung des Kochsalzgehaltes des Urines auftritt, eine Erhöhung, welche mit der Vermehrung des Kochsalzgehaltes des Blutes nicht im Verhältniß steht. So wurden einem Pferde in 304 Kubikcentimeter 89 Gramme Kochsalz innerhalb 25 Minuten, in die Jugularis injicirt. Der Urin des Thieres enthielt 30 Minuten nach der Injection in 100 Kubikcentimeter 0,713, nach einer Stunde 0,707 und nach 1½ Stunden 0,776 Gramme Chlornatrium, während der normale Urin desselben in 100 Kubikcentimeter etwa 10, höchstens 15 Centigramme enthält. Eine weitere auffallende Erscheinung ist hierbei, daß die Sulphate trotz der stark vermehrten Kochsalzausscheidung weder eine Vermehrung, noch eine Verminderung zeigten.

Nicht minder wird die Transsudation verändert durch Injection von reichlichen Quantitäten Wasser in das Blut. Es bilden sich sehr schnell an vielen Stellen des Körpers abnorme Ausschwitzungen. Es wäre von Interesse, die chemische Zusammensetzung der letzteren im Vergleich zu der Blutmischung und der Quantität des injicirten Stoffes zu untersuchen.

An diesen Ausschwitzungen scheint übrigens auch der erhöhte Druck, welcher in Folge der durch die Injection gesetzten stärkeren Spannung des Gefäßsystems entstehen muß, Theil zu haben. So wie bei den Vorgängen der Filtration und Endosmose die Stärke des Druckes von wesentlichem Einfluß ist, so scheint auch dieses Moment im Organismus von Wichtigkeit zu sein. Wir wissen, daß die Gallenausscheidung bei Asphyktischen, überhaupt wenn man die Athembewegungen einige Zeit willkührlich einstellt, bedeutend zunimmt. Eine der nächsten Folgen der Athemhemmung ist eine stärkere Anfüllung des Venensystems, also auch ein stärkerer Druck, unter dem das Be-

nenblut circuliren muß, und dieser macht sich besonders in den Lebergefäßen geltend. Eine Zunahme der Gallensecretion muß davon die einfache Folge sein.

Warum ist nach reichlicher Mahlzeit einer weiteren Aufnahme von Nahrungsmitteln eine Gränze gesetzt? Man kann von Stimmungen des Nervensystemes sprechen, dessen Einfluß hier gewiß nicht zu verkennen ist, aber die Erscheinung hat auch ihren physicalischen Grund. Durch die Stoffaufnahme wird die Blutmasse vermehrt, was ohne Zweifel einen stärkeren Druck auf die Gefäßwandungen zur Folge hat, wodurch der Uebergang von Stoffen in die Gefäße erschwert wird.

Wir haben die Beziehungen des Blutes zu den Körpertheilen in der Art aufzufassen, daß wir eine gegenseitige Attraction zwischen Blut und Parenchym, oder richtiger ausgedrückt zwischen den einzelnen Bestandtheilen des Blutes und des Parenchyms annehmen müssen. Die in neuerer Zeit geführten Debatten über die Entzündung haben über diesen Punkt einiges Licht verbreitet. Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, welcher von den beiden hauptsächlichsten, sich entgegenstehenden Theorien über jenen pathischen Proceß der Vorzug gebühre, der Nerventheorie oder der sogenannten Attractionstheorie. Eine nähere Vergleichung der Vorgänge der Endosmose mit denen des Stoffwechsels wird aber dem vagen Worte: Attraction zwischen Blut und Parenchym, einer Bezeichnung, zu der auch die mystische Physiologie, die sich mit unklaren Polaritätsideen und dergleichen trägt, sich als Anhänger bekannt hat, eine concrete und schärfere Bedeutung verleihen.

Es existirt allerdings eine Attraction zwischen den Bestandtheilen des Blutes und des Parenchyms, so wie es eine Attraction zwischen zwei durch eine Membran geschiedenen Salzlösungen giebt. Die Analogie in beiden Fällen ist so vollkommen, daß wir gar keinen Unterschied machen können. Diese gegenseitige Attraction ist die Folge der chemischen Differenz beider Theile, wodurch das Bestreben entsteht, diese Differenz auszugleichen; der Vorgang wird modificirt von dem Durchlassungsvermögen der Theile für die Blutbestandtheile, gerade wie bei der Endosmose. Die Verhältnisse des Organismus begünstigen übrigens bei den Vorgängen der Ernährung und der Secretion den Strom von den Capillargefäßen nach Außen, während sie den Strom in umgekehrter Richtung erschweren und zwar aus dem Grunde, weil der Druck, unter welchem das Blut in den Capillargefäßen circulirt, die Spannung der in den Organen enthaltenen Ernährungsflüssigkeiten um etwas übertrifft, sowie auch der Druck, unter welchem die Lymphe in ihren feinsten Gefäßen fließt, geringer ist, als der Blutdruck in den Capillargefäßen. Beide Momente begünstigen somit das Austreten von Plasma aus den Haargefäßen. Die Stoffe, welche aus dem Blute transsudiren, hängen demnach in Quantität und Qualität ab von der chemischen Zusammensetzung des Organtheiles und der Lymphe und von der Spannung, unter welcher beide stehen.

Es ist somit das einfache Bestreben zur Ausgleichung der chemischen Differenzen und des Druckes, welches den Stoffwechsel vermittelt.

Der Stoffwechsel der tropfbaren Flüssigkeiten und der in denselben gelösten Stoffe gehorcht denselben Gesetzen, die wir hinsichtlich des Austausches der gasförmigen Bestandtheile des Organismus kennen. Hat ein Organtheil durch verstärkte Functionsäußerung eine stärkere Stoffmetamorphose erlitten, hat sich in deren Folge eine größere Kohlensäurequantität gebildet, so wird

dieses Plus von Kohlensäure mit um so größerer Energie in das Blut übergehen; ebenso wird der Defect an Bestandttheilen des Organtheiles, welcher durch die Zunahme der Stoffmetamorphose des Organes erfolgt ist, durch einen um so reichlicheren Uebergang der erforderlichen Blutbestandttheile in das Parenchym ersetzt werden. Ist die Functionsäußerung des Organes gering, so wird auch seine Stoffmetamorphose weniger rapid sein; die Differenz zwischen Blut und Organ ist somit geringer, und das letztere entzieht dem Blute verhältnißmäßig weniger Bestandttheile. In Folge stärkerer Stoffmetamorphose des Organes ist aber die chemische Differenz zwischen Blut und Organ größer, das Blut enthält alsdann verhältnißmäßig viel mehr plastische Bestandttheile, woraus eine Vermehrung der Transsudation in das Parenchym als nächste Folge sich ergiebt.

Die chemische Constitution des Blutes und der Organe stehen sonach in inniger Wechselwirkung; der eine Factor kann keine, auch nicht die allergeringste Veränderung erfahren, ohne daß der andere an derselben sogleich Theil nimmt. In dem richtigen Verhältnisse beider Factoren beruht die Möglichkeit des normalen Stoffwechsels, der Gesundheit. Eine Blutmischung, die zu den Organen jetzt in richtigem Verhältnisse steht, kann zu einer anderen Zeit eine krankhafte sein; eine Blutmischung, welche für das eine Individuum Gesundheit bedingt, kann für ein anderes bedeutende Gesundheitsstörungen bedingen. Daraus entnehmen wir, daß der Begriff der krankhaften Mischung des Blutes kein absoluter ist, sondern nur relative Geltung hat. Man kann nur, wenn die Blutmischung gewisse Gränzen überschreitet, behaupten, daß dieselbe absolut krankhaft sei, die pathische Bedeutung vieler anderen Blutkrasen ist nur nach den speciellen Verhältnissen, nach dem gleichzeitigen Zustand der Organe zu würdigen. Mit diesem Grundsatz wird man über nicht wenige Verlegenheiten hinwegkommen, in welche manche neuere pathologischen Systematiker gerathen sind, welche die Ergebnisse der Analysen des kranken Blutes als in sich abgeschlossene Thatsachen ohne Rücksicht auf den übrigen Organismus aufgefaßt haben.

Die auf physikalischen Gründen beruhende Attraction des Blutes durch die Organe ist ein Unterstützungsmittel und Regulator des Capillarkreislaufes; die Gesetze der Endosmose sind auch für die Physiologie der Circulation des Blutes von Bedeutung. Ohne eine solche Annahme können wir die Erscheinungen und das Zustandekommen der Turgescenz der Organe, bei welchen wir keine mechanischen Hülfsmittel zur Blutanhäufung wahrnehmen, nicht erklären. Jeder Körpertheil, der momentan eine stärkere Stoffmetamorphose erleidet, wo also eine größere Differenz des Druckes und der Mischung zwischen Blut und Organ existirt, muß aus diesem Grunde auch einen stärkeren Blutzufluß empfangen.

Die Attraction zwischen Blut und Parenchym kann so sehr gestört werden, daß eine momentane oder dauernde Stockung des Blutes in den Capillaren die nothwendige Folge ist. Thomson und Andere haben nach Application starker Stoffe, z. B. von Salmiakgeist, auf die Schwimmhaut der Frösche Blutstockungen entstehen sehen. Die Ursache dieser Erscheinung kann keine andere sein, als daß die Natur des Parenchyms durch Aufnahme ganz fremdartiger Substanzen plötzlich so stark verändert wurde, daß der normale Stoffwechsel gänzlich verändert und selbst aufgehoben werden mußte.

Magendie erklärt die Entstehung der Blutstockung in manchen Organen bei seinen bekannten Versuchen mit defibrinirtem Blute dadurch, daß die durch die Entfernung des Faserstoffes aufgehobene Viscosität des Blutes dem letzteren die Circulation durch die Capillargefäße nicht mehr gestattet. Er postulirt eine gewisse Klebrigkeit des Blutes, wenn dasselbe ohne Schwierigkeiten circuliren soll. Wir müssen diese Thatsache von einem weniger beschränkten Standpunkt auffassen und dahin erklären, daß jede plötzliche Veränderung der Blutmischung den Stoffwechsel an mehreren Punkten des Organismus stören muß, ein Resultat, welches wir auch durch Injectionen, welche die Viscosität des Blutes nicht verändern, erzielen können.

Man hat die verschiedenartigsten Ansichten aufgestellt, um die Entstehung der Blutstockung bei der Entzündung zu erklären. Es wurden von verschiedenen Forschern verschiedene Momente zu Hülfe gerufen, von denen fast alle mehr oder weniger Beachtung verdienen. Ein Hauptmoment aber bildet hierbei ganz bestimmt der Zustand des zu dem Organ gehörenden Abschnittes des Lymphsystemes. Wir finden in der That bei Entzündungen Anfüllung der Lymphgefäße und Anschwellung der respectiven Lymphdrüsen. Nehmen wir nun an, daß dieses Moment das erste oder eines der ersten bei dem gesammten Processe ist, daß vor Allem ein gestörter Abfluß der Lymphe des Organes stattfindet, so ist die nächste Folge eine Stagnation der das kranke Organ durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit, wodurch die Transsudation von Stoffen aus dem Blute in das Parenchym des Organes erschwert oder selbst unmöglich gemacht wird.

Zu den zugänglichsten Untersuchungen über die Endosmose an lebenden Thieren gehört das Studium der Resorptionserscheinungen im Darmcanal. So vieles auch hier schon von experimenteller Seite geleistet worden ist, so sind doch viele Punkte, namentlich die Gränze der Lymph- und der Venenresorption nicht entschieden. Man ist hier in den Fehler verfallen, die Fragen in der Art zu stellen, daß sichere Schlüsse von den erhaltenen Resultaten auf die Verhältnisse im gesunden Körper nicht möglich waren. Wenn man nämlich die von einer Darmportion kommenden Lymphgefäße unterbindet und die Blutgefäße verschont, so wird man auf diese Weise kein reines Resultat über das Resorptionsvermögen der Blutgefäße, und eben so wenig bei umgekehrtem Verfahren eine sichere Einsicht in das Resorptionsvermögen der Lymphgefäße bekommen. Wir dürfen bei solchen Versuchen nicht vergessen, daß wir es mit ganz abnormen Verhältnissen zu thun haben, und daß sehr leicht Stoffe, deren gewöhnlicher Resorptionsweg durch die Unterbindung verschlossen ist, alsdann den anderen einzig noch offen gelassenen Weg wählen können. Wir haben dafür Analogien im Organismus. Die färbenden Bestandtheile der Galle, der Harnstoff, werden in der Norm nur durch die Leber und Nieren ausgeschieden, wenn aber diese Abzugscanäle verschlossen sind, so sehen wir, daß auch andere Organe, welche sonst diese Stoffe nicht ausscheiden, denselben den Durchgang gestatten.

Wir haben oben die Ansicht ausgesprochen, daß nach einer starken Mahlzeit die Anfüllung der Blutgefäße der weiteren Stoffaufnahme aus dem Verdauungscanal in das Blut eine Gränze setzt. Außer dieser mechanischen Ursache scheint hier auch ein anderes, ebenfalls einem endosmotischen Gesetze folgendes Moment wirksam zu sein, welches den weiteren Uebergang von Stoffen in das Blut verhindert. Boussingault hat nämlich durch Ver-

suche an Enten (Annal. de Chim. 3 Sér. Tom. 18) bewiesen, daß diese Thiere von Fett, welches die Nahrung enthielt, nur eine gewisse Menge aufnahmen, während der Ueberschuß in den Excrementen unverbraucht abging. Der Fettgehalt des Blutes ist hier während der Verdauung auf sein Maximum gestiegen, wodurch eine weitere Endosmose von Fett aus dem Darmcanal ins Blut unmöglich wurde.

Auf eine sehr beachtenswerthe, mit den Erscheinungen der Endosmose in Zusammenhang stehende und durch dieselben erklärbare Thatsache bei der Darmresorption hat Liebig aufmerksam gemacht. Nach dem Trinken einer größeren Quantität Wasser, dessen Salzgehalt geringer ist als derjenige des Blutes, wird sehr schnell die Harnmenge vermehrt. Das Wasser geht in diesem Fall also sehr schnell in das Blut über. Nach dem Trinken von Wasser, welches etwa 1 Proc. Kochsalz enthält (ein Salzgehalt, welcher dem des Blutes nahe steht) tritt eine solche Harnentleerung nicht ein; wir können von diesem Wasser aber auch viel weniger aufnehmen, als von reinem Brunnenwasser, weil das erstere viel langsamer in das Blut übergeht und den Magen belästigt. Trinkt man dagegen concentrirteres Salzwasser, so tritt Purgiren ein, und zwar um so stärker, je concentrirter die Flüssigkeit ist. In gleicher Weise verhalten sich, nach Liebig, Salzlösungen und Wasser, welche mittelst Klystiere in den Mastdarm aufgenommen werden. Man wird vielleicht finden, daß bei den Mittelsalzen die purgirende Wirkung mit den endosmotischen Aequivalenten in einigem Zusammenhang steht, wenigstens zeigen, wenn wir Jolly's oben aufgeführte Versuchsreihe betrachten, Glauber- und Bittersalz ein höheres endosmotisches Aequivalent als Kochsalz, welches an purgirender Wirkung jenen beiden Stoffen nachsteht. Liebig unterläßt mit Recht nicht hinzuzufügen, daß er die Wirkung der Purgirmittel überhaupt nicht ausschließlich auf die erörterte Weise erklären wolle. Der Einwurf, daß starke Lösungen anderer Substanzen, wie z. B. Zucker, Gummi, die ebenfalls dem Blute Wasser entziehen, nicht ebenfalls purgirend wirken, schwächt obige Auffassung der Wirksamkeit der salinischen Abführmittel durchaus nicht. Dem Uebergang dieser Stoffe in das Blut ist, da sie in dem Blute sogleich eine Umsetzung erleiden und in der Blutmasse verschwinden, viel weniger eine Gränze gesetzt, als dem Uebergang der Salze. Es scheint überhaupt davon, ob die Stoffe im Blut verändert werden oder nicht, ihre leichtere oder schwerere Endosmose in das Blut zum Theil abzuhängen.

Das salinische Purgirmittel entzieht übrigens dem Blute nicht blos Wasser; man findet in den Fäces alsdann unter anderen auch nicht unbeträchtliche Mengen Eiweiß.

Wenn Poiseuille, der durch Zusatz von Morphiumsalzen zu Salpeterwasser eine Verminderung der Endosmose bemerkte, dieses Factum zur Erklärung der Opiumwirkung gegen Durchfälle benutzen will, so gehört ein solcher Versuch schon zu den gewagteren und wie mir scheint unmotivirten Anwendungen der Endosmose.

Wie die Kälte, nach Dutrochet's Erfahrung, die Stärke der Endosmose vermindert, so scheint dasselbe Moment auch im Organismus von Wirksamkeit zu sein. Den geringen Stoffwechsel der kaltblütigen (richtiger wechselwarmen) Thiere bei niederen Temperaturen können wir füglich auf diese

Ursache zurückführen. Ohne den Einfluß der Kälte auf die Contraction der kleinen Gefäße leugnen zu wollen, wodurch schon eine Ursache des verminderten Stoffwechsels zwischen Blut und Parenchym gegeben ist, glaube ich doch, daß bei Einwirkung von Kälte auf äußere Organe auch der directe Einfluß der niederen Temperatur auf die Verminderung des Stoffwechsels zu beachten ist, und daß die alsdann zu beobachtende Blutarmuth des Organes, auf welches die Kälte eingewirkt hat, zum Theil auf gedachte Weise zu erklären ist.

K. Vierordt.

Die Verdauung.

Die Lehre von der Verdauung, dem ersten Acte in der Reihe von Vorgängen, durch welche Gegenstände der Außenwelt dem thierischen Organismus einverleibt werden, setzt die Kenntniß der zum Wiederersatz verwendbaren, dem Digestionsprocesse zu unterwerfenden Materien, der Nahrungsmittel im weiteren Sinne des Wortes voraus. Eine genügende Betrachtung der letzteren, namentlich die Feststellung der Beziehung, in welcher die einzelnen Nahrungsstoffe zur Ernährung stehen, ist nicht möglich, ohne genauere Nachweisung des stetigen durch den Lebensproceß gesetzten Stoffverbrauchs.

Wir behandeln von diesem Gesichtspunkte aus unser Material in drei Abtheilungen und berücksichtigen, I. den Stoffverbrauch und das Bedürfniß des Wiederersatzes, sodann II. die Nahrung und deren Beziehung zur Nutrition, und beschreiben endlich III. die Vorgänge, durch welche die Nahrungsmittel zur Aufnahme ins Gefäßsystem und zur weiteren Verwendung im thierischen Haushalt geschickt gemacht werden: die Verdauung.

I. Der Stoffverbrauch und das Bedürfniß des Wiederersatzes.

Die Erscheinungen, durch welche sich das individuelle Leben kundgiebt, sind innig gebunden an Form- und Mischungsveränderungen der organischen Materie, welche die Träger desselben ausmachen. Alle Thätigkeitsäußerungen in der niemals rastenden Werkstatt des lebenden Körpers, sei es, daß sie durch den Impuls der Willensthätigkeit veranlaßt werden oder unwillkührlich, als nothwendige Resultate des Inneinandergreifens der im Organismus thätigen Kräfte, erfolgen, werden eingeleitet und begleitet, von manchen darf man wohl sagen, bedingt durch Umsetzungsprocesse der den thierischen Leib constituirenden Elemente. Die Ursachen dieses stetigen Wandels liegen, abgesehen von dem Einfluß der functionellen Uebung, welcher uns in seinen einzelnen Momenten bislang völlig unklar blieb, einestheils in der chemischen Natur der organischen Substanz, anderntheils in dem Verhältniß derselben zur Außenwelt.

Vermöge der ersteren enthalten die thierischen Materien den Keim der Umwandlung in sich selber, indem die Verwandtschaft, welche den großen

Complex ihrer zahlreichen Elemente und Aequivalente zusammenhält, durch die Affinitäten, in welchen die einzelnen derselben unter sich stehen, stets gelockert erhalten, bei geringem Anstoß von außen aber völlig aufgehoben wird, um einer anderen einfacheren Ordnung zu weichen.

Das zweite, die Umwandlung der organischen Körper vermittelnde Glied bietet die Außenwelt, insbesondere die umgebende Atmosphäre, welche nicht allein mit der Oberfläche in beständigem Contact und Austausch steht, sondern auch, ihren Sauerstoff an das Blut abgebend, durch die Adern kreiset und mit den verborgensten Theilen des Organismus in Wechselwirkung tritt.

Die Producte der durch jene Einflüsse eingeleiteten Umwandlungsprocesse werden unter Vermittelung der Lungen und der drüsigen Secretionsorgane aus dem Bereiche des Lebens entfernt, theils nachdem ihre Elemente die Gesetze der binären Verwandtschaft vollständig erfüllten, theils noch, ehe dieses letzte Resultat der chemischen Anziehung erreicht wurde. Das Erstere ist der Fall mit dem größeren Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der organischen Substanzen, welche als Kohlensäure und Wasser durch Lunge und Haut ausgeschieden werden, das Letztere dagegen mit dem Stickstoff, welcher nur ausnahmsweise als Ammoniak, in der Regel unter der Form von eigenthümlichen, gewissermaßen auf der Gränze der organischen und anorganischen Welt stehenden Verbindungen, theils durch die Nieren als Harnstoff und Harnsäure, theils dagegen durch die Leber als Gallenstoff u. s. w. zu Tage gefördert wird.

Außer diesem durch die chemische Metamorphose vermittelten Stoffverbrauch giebt es für den lebenden Körper noch zwei andere Quellen des Verlustes, die zwar weniger bedeutend sind, jedoch ebenfalls in die Wage fallen, nämlich: 1) den an Wasser, welcher nach den physikalischen Gesetzen der Verdunstung an der ganzen Oberfläche vor sich geht, und 2) die mechanische Abnutzung und Häutung der hornartigen Ueberzüge der äußeren Bedeckungen und der Schleimhäute.

Der in der eben angedeuteten Weise stetig vor sich gehende Verlust an integrirenden Theilen des Organismus, ohne welchen der Lebensproceß nicht gedacht werden kann, verlangt, wenn er nicht zum Verfall des Ganzen führen soll, einen entsprechenden Ersatz durch Zufuhr von außen. Die Materien, welche zu diesem Zwecke verwandt werden, fassen wir unter dem Namen Nahrung zusammen. Bevor wir auf diese weiter eingehen können, ist es unvermeidlich, noch einige den Stoffwandel betreffende Vorfragen zu beantworten. Wir müssen nämlich zunächst wissen, welche Theile des Organismus gewechselt werden, welche also des Wiederersatzes bedürfen, sodann wie viel approximativ von den einzelnen Theilen gewechselt wird. Erst dann können wir bestimmen, welche Stoffe zugeführt werden müssen, wie viel im Ganzen und von jedem einzelnen. Hierzu ist es nöthig, etwas weiter in das Gebiet des Stoffwandels einzugehen.

Die Versuche von Sanctorius [1]), Dodart [2]), Keill [3]), de Gorter [4]), Boissier de Sauvages [5]), Dalton [6]) u. A. wiesen längst nach, daß die eingeführten Nahrungsstoffe, nachdem sie eine Zeitlang im Organis-

[1]) De medicina statica Aphorismi. Venet. 1614.
[2]) Mém. de l'Acad. de Paris T. I. p. 250.
[3]) Tentamina physico-medica. London 1718.
[4]) De perspirat. insensibili Sanctoriana. Leid. 1725.
[5]) Physiologia.
[6]) Edinburgh new philosoph. Journ. Nov. 1832.

mus verweilt haben, in veränderter Gestalt wieder an der Oberfläche erscheinen, sie stellten gleichzeitig auch approximativ die Mengenverhältnisse fest, welche auf den verschiedenen Eliminationswegen durch Perspiration, Harn- und Stuhlentleerung ausgeschieden werden. Genauer noch der elementaren Zusammensetzung nach wurde in neuerer Zeit von Boussingault [1]), Valentin [2]) und Sacc [3]) das Verhältniß der Zu- und Ausfuhr bei Pferden, Tauben, Kühen und Hühnern controlirt. Der Gewinn, welchen die Lehre vom Stoffwechsel aus diesen mühsamen Versuchen ziehen konnte, ist leider nicht sehr groß. Es wird durch dieselben im Allgemeinen festgestellt, daß Zufuhr und Ausfuhr des lebenden Körpers ihre bestimmte Statik haben und daß die organischen Stoffe, welche dem Organismus einverleibt werden, gewisse Metamorphosen erleiden, um sodann theils als binäre durch Lunge und Haut, theils dagegen als quaternäre Verbindungen durch Nieren und Leber wiederum entleert zu werden. Die großen Schwankungen, welche sich hierbei ergaben, je nach der Beschaffenheit und Menge der aufgenommenen Speisen und Getränke, der Temperatur und der Feuchtigkeit der Atmosphäre u. s. w., machten indeß bald klar, daß an ein tieferes Eindringen in das Wesen des Stoffwandels auf diesem Wege nicht zu denken sei. Die Abhängigkeit, in welcher dieser in alle functionelle Thätigkeiten tief eingreifende Vorgang von zufälligen Dingen, welche wie die Art der Nahrung die Lebensthätigkeit selbst nicht merklich alteriren, gesetzt zu werden schien, mußten von vorne herein zu der Ueberzeugung führen, daß in den Auswurfsmaterien die Residuen mehrerer, theils für den Lebensproceß wesentlicher, theils weniger wesentlicher Processe sich vereinigt finden dürften. Beide müssen geschieden werden, wenn die Lehre vom Stoffwechsel auf eine feste, für den weiteren Ausbau geeignete Grundlage gebracht werden soll. Zu diesem Ende ist es unerläßlich zunächst nachzusehen, welche Bestandtheile des Organismus denn eigentlich gewechselt werden, und zweitens wie groß dieser Wechsel bei vollständig abgeschnittener Zufuhr ist. Ist das Letztere festgestellt, so sind wir in den Stand gesetzt, den Einfluß der Zufuhr auf die Menge und Beschaffenheit der Auswurfsstoffe zu bestimmen und somit auch in die Art ihrer Verwendung Einsicht zu erhalten.

Wir wenden uns zunächst zu der ersten Frage, nämlich zu der, in welchen Theilen des thierischen Leibes der Wechsel vor sich geht. Man kann hierauf mit Recht die Antwort geben, daß alle Theile des Organismus eine beschränktere Dauer haben als das Ganze, daß mithin alle gewechselt werden: allein damit ist wenig gewonnen. Es kehrt dieselbe Frage in etwas anderer Form wieder, nämlich in der, in welchem Grade betheiligen sich die einzelnen Gewebe bei dem Wechsel; unterliegen demselben vorzugsweise die flüssigen Theile, die Säfte oder die festen Organe oder beide und in welchem Maaße?

Was zunächst den Stoffwandel in den organisirten festen Geweben betrifft, so fehlt es, auch abgesehen von der Häutung oder Abschuppung der äußeren und inneren Flächen, die hier nicht in Betracht kommt, weil die abgestoßenen Partikeln als solche unverändert entfernt werden, nicht an Belegen, welche die Möglichkeit desselben documentiren. Feste Exsudate, Knochencallus, Eiterablagerungen u. s. w. werden vollständig resorbirt, während

[1]) Ann. de Chim. et de Phys. T. LXI. 1839. p. 128.
[2]) Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. I. S. 367. ff.
[3]) Ann. d. scienc. natur. Sept. 1847.

andererseits nach Verletzungen Theile neugebildet werden. Die augenscheinlichsten Belege dieser Art liefert zwar die Pathologie; allein insofern die Krankheit nur eine Modification des gesunden Lebens ist, läßt sich dasselbe auch für den Normalzustand annehmen. Indeß auch die Physiologie bietet hierfür sichere Beispiele, wie die Bildung der Knochenhöhlen in den Kinderjahren, das Verschwinden des Alveolarrandes der Kiefer im hohen Alter 2c. Alle diese Vorgänge nehmen indeß einen größeren Zeitraum in Anspruch. Nur sehr selten und spärlich finden wir die histologischen Spuren eines Entwicklungs- und Rückbildungsprocesses in den normalen Geweben. Es leuchtet also ein, daß ein Wechsel der Materie in den Organen zwar stattfindet, indeß nicht lebhaft ist, also auch keinen bedeutenden Beitrag für die Bildung der den Totalumsatz repräsentirenden Excrete liefern kann.

Die Hauptquelle derselben ist also zweitens in den Säften zu suchen. Ihre Bestandtheile sind auch vermöge des Aggregatzustandes viel geeigneter, chemische Umsetzungen, wie sie hier in Betracht kommen, zu erleiden. Verfolgen wir die Spuren des Wechsels im Blute, dem Urquell aller Säfte, so finden wir zunächst morphologische Andeutungen der Metamorphose in den Blutkörperchen, deren beständiges Entstehen, Altern und Zerfallen zuerst durch zahlreiche Beobachtungen von Henle, Schultz u. A. constatirt wurde. Ob dieselben indeß hierbei zu Bestandtheilen des Plasmas werden, wozu sie vermöge ihrer chemischen Constitution geeignet sind, oder sogleich weiter zu Excretionsproducten sich umsetzen, bleibt vorläufig dahingestellt. Der andere Theil des Blutes, nämlich das Plasma desselben, scheint nach Allem, was wir über die Vorgänge des vegetativen Lebens bis jetzt wissen, der Hauptheerd des Umsatzes zu sein. Im Organismus finden wir dasselbe in zwei Formen, welche zwar unter sich in steter Wechselwirkung und Austausch stehen, im Uebrigen aber streng geschieden sind. Einmal circulirt es als Menstruum der Blutkörperchen in den Gefäßen, das andere Mal finden wir es in den Interstitien aller Gewebe, welche es als Ernährungsflüssigkeit durchtränkt. Für den Stoffwechsel hat gewiß das Letztere eine große Wichtigkeit. Aus ihm gehen nämlich alle Materialien für die Ernährung und Neubildung hervor, durch seinen Zutritt wird in den Capillaren das arterielle Blut zum venösen, in ihm dürfen wir daher einen Platz für die die Ausfuhr einleitende Metamorphose suchen. Dem Plasma innerhalb der Gefäße kann übrigens nicht, wie es hie und da geschieht, alle Theilnahme an diesen Vorgängen abgesprochen werden, wir werden vielmehr in der Folge sehen, daß bei der gewöhnlichen Ernährung der bei weitem größere Theil der eingeführten Nutrimente schon hier zersetzt wird, um auf verschiedenen Wegen sofort wieder ausgestoßen zu werden.

Dies sind die freilich dürftigen Anhaltspunkte, welche uns die Physiologie vom morphologischen Standpunkte aus über den Ort des Stoffwandels zu bieten im Stand ist. Gehen wir mit diesen Vorbegriffen an die chemischen Verhältnisse des Stoffwechsels, so stoßen wir bald auf Schwierigkeiten mancherlei Art, welche zuerst durch Liebig's Scharfsinn in ein klares Licht gestellt und bei der Entwerfung einer Theorie der Ernährung in Rechnung gebracht wurden.

Wir haben eben bemerkt, daß der Hauptsitz des Stoffwechsels im Blutplasma in und außerhalb der Gefäße gesucht werden müsse. Die Bestandtheile desselben sind aber, abgesehen von der geringen Menge Fett, sämmtlich stickstoffhaltige, in die Classe der eiweißartigen Verbindungen gehörige Materien.

Die Untersuchung der Respirationsproducte stellt nun heraus, daß bei einer ganzen Classe von Thieren, den Pflanzenfressern nämlich, eine viel größere Menge Kohlensäure ausgeathmet, als Kohlenstoff in der Form von eiweißartigen Körpern eingeführt wird[1]). Es war also klar, daß dieser Ueberschuß an Kohlensäure nicht von der Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Plasmas herrühren könne; nur für die Fleischfresser ließ sich die Ansicht festhalten. Um diese Schwierigkeit zu beseitigen, nahm man seine Zuflucht zu zwei verschiedenen Theorien, von welchen jedoch keine hinlänglich durch Thatsachen festgestellt werden konnte, um auf allgemeine Anerkennung Anspruch zu haben.

1) Liebig befolgte den einfacheren Weg und gewann durch die Schärfe seiner Logik, durch die geistreichen Anwendungen und durch die lebendige Schilderung von Belegen zahlreiche Anhänger. Er nahm an, daß der Stoffwechsel bei Pflanzen- und Fleischfressern wesentlich verschieden sei, daß bei den letzteren alle Kohlensäure aus zersetzten Organtheilen sich bilde, bei den ersteren dagegen größerentheils aus den stickstofflosen Nahrungsstoffen, welche ausschließlich zu diesem Zwecke verwandt würden und die er deshalb Respirationsmittel nannte. Ein genügender Beweis für die kühne Annahme, daß der Stoffwechsel von der Art der Nahrung abhänge, wurde jedoch nicht geliefert; der einzige Grund von Bedeutung blieb der, daß die Mengenverhältnisse der Respirationsproducte, verglichen mit der Zufuhr, diese Annahme zu fordern schien. Die Physiologen konnten zahlreiche Einwendungen nicht unterdrücken; sie konnten sich nicht überzeugen, daß ein Vorgang, der, wie der Wechsel der Materie, so tief und vielseitig bedingend und modificirend in alle Lebenserscheinungen eingreift, lediglich von der Zufuhr abhangen solle, daß dieser Vorgang sogar bei einem und demselben Individuum je nach dem größeren oder geringeren Sickstoffgehalt der Nahrung ein anderer werde. Die Belege, durch welche Liebig seine Theorie zu erläutern und zu stützen suchte, konnten vor einer unbefangenen Kritik größerentheils nicht bestehen; den anstrengenden Bewegungen, welche die fleischfressenden Raubthiere, nach Liebig, instinctmäßig zur Erzielung eines raschen Stoffumsatzes machen sollten, wurden mit Recht die noch größeren Arbeiten mancher Pflanzenfresser, der Pferde z. B., die Fleischdiät des ein Stubenleben führenden Geschäftsmannes, und die Pflanzenkost, welche der Tagelöhner im Schweiße seines Angesichtes genießt, entgegengesetzt[2]). Einen positiven Gegenbeweis zu liefern, blieb indeß unmöglich. Man beschränkte sich daher darauf, die schwachen Seiten dieser Annahme hervorzuheben und ihr eine zweite mögliche Theorie gegenüber zu stellen.

2) Valentin[3]) und Kohlrausch[4]) stellten die Hypothese auf, daß die stickstofflosen Nahrungsstoffe unter Umständen mit stickstoffhaltigen Umsetzungsproducten sich zu eiweißartigen Substanzen vereinigen könnten, welche letztere dann in derselben Weise verwandt würden, wie die direct eingeführten. Es würde auf diesem Wege die oben angedeutete Schwierigkeit gehoben, der Stoffwechsel könnte ungeachtet der Ungleichheit in der Zufuhr in gleicher Weise bei Pflanzenfressern wie bei Fleischfressern vor sich gehen.

---

[1]) Beim Pferde z. B. kann auf diese Weise nur ein Fünftheil der ausgeschiedenen Kohlensäure erklärt werden.

[2]) Vergl. die Kritik der Liebig'schen Thierchemie von O. Kohlrausch. Göttingen 1844. S. 53.

[3]) Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. I.

[4]) A. a. O. S. 54.

Bestimmte Beweise ließen sich indeß für diese Annahme nicht beibringen; sie blieb möglich, wenn auch nicht wahrscheinlich.

Um über diese Fragen zu einer bestimmten Entscheidung zu gelangen, ist es unerläßlich, die Größe des reinen Stoffwandels, abgesehen von aller Zufuhr, kennen zu lernen. Erst dadurch gewinnen wir den Maaßstab, nach welchem wir einestheils die nothwendige Zufuhr bemessen, anderntheils aber die Verwendung der Ingesta feststellen können. Zunächst wird sich dann entscheiden, ob jene aus dem Mißverhältniß der Respirationsproducte und der Zufuhr an eiweißartigen Materien sich ergebende Nothwendigkeit der eben angegebenen Hypothesen eine wirkliche oder scheinbare sei. Ist nämlich der Stoffwechsel im engeren Sinne geringer, als man ihn bisher gedacht hat, und sind die Auswurfsstoffe größerentheils umgesetzte Ingesta, also Resultate eines im Blute vor sich gehenden Wechsels, so haben wir jene Hypothesen gar nicht nöthig. Die kleinen Mengen von eiweißartigen Körpern, welche die Pflanzenfresser genießen, sind alsdann für den Wiederersatz genügend, die stickstofflosen Verbindungen der Nahrung können theils zur Fettbildung verwandt, theils im oxydirten Zustande durch die Perspiration entfernt werden. Der Stoffwechsel ist dann bei Pflanzen- und Fleischkost ganz gleich, der Unterschied besteht dann lediglich darin, daß bei der ersteren die stickstofflosen Materien hauptsächlich die Materialien für die Unterhaltung des Respirationsprocesses liefern, bei den letzteren dagegen die stickstoffhaltigen. Im ersteren Falle bilden sich wenig Nebenproducte, im letzteren finden wir als solche große Quantitäten von Harnstoff, Harnsäure u. s. w. Dies ist, wie mir eine lange Reihe in diesem Sinne angestellter Experimente lehrten, wirklich der Fall [1]).

Thiere, denen alle Zufuhr an flüssigen und festen Nahrungsstoffen abgeschnitten wird, fahren fort, Stickstoff in der Form von Harnstoff auszuscheiden. Diese Ausscheidung nimmt allmählig ab und erreicht nach zwei bis drei Tagen, wo der Einfluß der zugeführten Nahrung aufhört, eine bestimmte Größe, auf welcher sie längere Zeit verharrt. Diese Quantität der Harnstoffabsonderung entspricht approximativ dem mit dem Bestehen des Lebens nothwendig verbundenen Umsatz stickstoffhaltiger Organtheile. Sie ist bei Pflanzenfressern und Fleischfressern ganz dieselbe [2]). Das Verhältniß derselben zu der bei Fleischnahrung ausgeschiedenen Harnstoffmenge stellt sich wie 1:6, zu der bei gemischter Nahrung wie 1:4; bei vollkommen stickstofffreier Kost bleibt die Harnstoffausscheidung dieselbe, wie bei der Abstinenz, sie vermindert sich in keiner Weise, das Verhältniß ist wie 1:1 [3])

Es ergiebt sich aus diesen Beobachtungen zunächst, daß der Stoffwechsel im engeren Sinne, d. h. derjenige Umsatz, welcher mit dem Bestehen des Lebens unvermeidlich verbunden ist, sich viel geringer darstellt, als man aus der Quantität der gewöhnlichen Harnstoffabsonderung schließen sollte. Bei

---

[1]) Ich muß mich hier darauf beschränken, die Endresultate jener Versuche vorzulegen. In Bezug auf die weiteren Details und auf die Belege verweise ich auf die Mittheilung an die königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen am 1. Juli. Gelehrte Anzeigen 1848 Nr. 9, und auf Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1848.

[2]) Auf 1000 Thle. eines fastenden Hundes wurden in 24 Stunden 402 Thle. Harnstoff ausgeschieden, auf 1000 Thle. eines Kaninchens 107 Thle., Zahlenwerthe, die nahezu übereinkommen.

[3]) Ein ausgewachsener gesunder Hund entleert in 24 Stunden:
bei Fleischnahrung 29,48 — 28,50 Grm. Harnstoff
bei gemischter Kost 22,16 — 12,77 Grm. „
Nach vollständiger Entziehung jeder Nahrung am 3ten Tage 3,22 Grm. am

weitem die größere Menge dieses Excretionsproducts (5/6 bei animalischer, 3/4 bei gemischter Diät) ist das Resultat eines schon im Blute vor sich gehenden Umsetzungsprocesses eingeführter Nutrimente. Die überschüssig aufgenommenen eiweißartigen Substanzen werden, ohne an die Ernährung Theil genommen zu haben, in unveränderter Form wieder ausgestoßen.

Der wahre Stoffwechsel ist, wie sich ferner ergiebt, eine feststehende Größe, welche durch die Art der Nahrung nicht wesentlich modificirt wird. Derselbe ist bei Pflanzen- und bei Fleischfressern gleich; die stickstofflose Nahrung äußert auf den Umsatz der stickstoffhaltigen Organtheile keinen Einfluß, sie vermindert denselben nicht, wie die Theorien von Liebig, Valentin und Kohlrausch voraussetzen.

Nachdem wir auf diese Weise im Allgemeinen die Gesetze des Umsatzes der für den Lebensproceß wichtigsten organischen Materien angedeutet haben, bleibt uns noch übrig, das Maaß dieses Verbrauchs beim Menschen zu suchen, ohne welches später der Bedarf an eiweißartigen Nahrungsstoffen nicht festgestellt werden kann. Es läßt sich dasselbe, da eine vollständige Abstinenz von mehreren Tagen ohne Nachtheil für die Gesundheit nicht ausführbar ist, am besten nach der Menge der Harnstoffausscheidung während einer mehrtägigen stickstofffreien Diät, die, wie wir eben sahen, in keiner Weise auf den fraglichen Umsatz influirt, berechnen. Lehmann secernirte bei diesem Verhalten während 24 Stunden 15 Grm. Harnstoff, was einem Stickstoffverlust von 7 Grm. gleichkommt. Ich selbst entleerte unter denselben Verhältnissen 16,10 Grm. Harnstoff = 7,5 Grm. N.[1] Der auf diesem Wege vermittelte Verbrauch an Stickstoff entspricht einer Eiweißmenge von 44 bis 50 Grm. Rechnen wir dazu noch 2 bis 2,5 Grm. N. für die Harnsäure, die extractiven Materien, den Verlust an Gallenbestandtheilen, Schleim, Epidermoidalabschuppung, so ergiebt sich als vierundzwanzigstündiger Gesammtverlust 9 bis 10 Grm. N., welchen 60 bis 66 Grm. Eiweiß entsprechen.

Neben dieser den Verbrauch an stickstoffhaltigen Materien bezeichnenden Excretion besteht eine zweite, durch Lungen und Haut vermittelte, welcher die Elimination des oxydirten Kohlenstoffs obliegt. Die letztere macht bei weitem den größesten Theil der Kohlenstoffausscheidung aus, indem der durch Harn- und Gallenexcretion gesetzte Verlust dieses Elements verhältnißmäßig nur unbeträchtlich ist. Die Angaben über die quantitativen Verhältnisse dieses Verbrauchs lauten leider sehr widersprechend, ein Umstand, welcher in den bekannten Schwierigkeiten der Untersuchung begründet liegt. Wir halten uns hier an die Analysen von Scharling[2], theils weil derselbe gleich-

---

4ten 3,80 Grm., am 5ten 3,23 Grm. Harnstoff; nach zweitägiger Fütterung mit reinem Amylum und Oel betrug die Harnstoffmenge 3,32 Grm., nach dreitägiger 3,36 Grm.

Auf 1000 Grm. des Thieres kommen also in 24 Stunden:

1) bei Fleischnahrung	5,94	Grm.	Harnstoff;
2) bei gemischter vegetabilischer Kost	4,43	»	»
3) drei Tage nach der Entziehung jeder Nahrung	1,02	»	»
4) bei vollkommen stickstofffreier Diät	1,03	»	»

[1]) Es versteht sich von selbst, daß diese Mengenverhältnisse nach dem Körpergewichte des Individuums etwas schwanken.

Bemerkenswerth ist jedoch, daß der Umsatz bei kleinen Thieren verhältnißmäßig weit größer ist.

[2]) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. LV. 248. A. Hannover, De quantitate relativa et absoluta acidi carbonici ab homine sano et aegroto exhalati. Hafniae 1843.

zeitig den Gesammtverlust an Kohlensäure durch Lungen und Haut bestimmte, theils weil seine Methode der Untersuchung wegen der Vermeidung aller unnatürlichen Respirationsbewegungen für unsere Zwecke die zuverlässigste zu sein scheint. Scharling fand für die vierundzwanzigstündige Kohlenstoffausscheidung folgende Zahlenwerthe:

bei einem 16jährigen Mann von	57,72 Kilogr.	Körpergewicht	214,2 Grm.
bei einer 19jährigen Frau von	55,7 »	»	164,6 Grm.
bei einem 28jährigen Mann von	82 »	»	239,5 Grm.
bei einem Knaben v. 9¾ Jahr. u.	22,5 »	»	132,9 Grm.
bei einem Mädchen v. 10 Jahr. u.	23 »	»	125,0 Grm.

Andral und Gavarret fanden bei einem Manne von 59 Jahren für die Lungenerhalation allein 235,2 Grm.

Valentin und Brunner, sowie Vierordt[1]) kamen zu höheren Zahlen: Liebig[2]) fand auf indirectem Wege 27,8 Loth hessisch = 430 Grm. als vierundzwanzigstündigen Kohlenstoffverbrauch, eine Zahl, die, wie weiter unten nachgewiesen wird, jedenfalls viel zu groß ist.

Nehmen wir die für den jungen Mann von 28 Jahren und 82 Kilogr. Körpergewicht gefundenen 240 Grm. C. als Ausgangspunkt für die Kohlenstoffausscheidung eines erwachsenen Mannes, so frägt es sich zunächst, da jene Zahl bei gewöhnlicher Diät gefunden wurde, ob nicht Kohlensäureerhalation in ähnlicher Weise wie die Excretion des Stickstoffs durch die Zufuhr modificirt werde, so daß jene gefundenen Quanta zwar die unter bestimmten Verhältnissen mögliche Ausscheidung, nicht aber den wahren Bedarf repräsentiren. Hierfür sprechen mehrere Gründe. Die wichtigsten liefert die Thatsache, daß nach der Mahlzeit, ungeachtet das Volumen der Exspiration vermindert wird, die Quantität der exhalirten Kohlensäure beträchtlich steigt. Schon Spallanzani und Sorg fanden, daß Säugethiere nach der Fütterung reichlicher Kohlensäure aushauchen, und daß Insecten, welche gefressen haben, früher in eingeschlossener Luft sterben, als andere. Scharling beobachtete, daß ein Mann, welcher des Nachts von 11 — 12 Uhr 6,21 Grm. C. ausschied, am anderen Tage zwischen 12 und 1 Uhr nach eingenommener Mahlzeit 9,19 Grm. C. exhalirte. Ein anderer exspirirte im Schlaf 8,56 Grm. C., nach dem Mittagsessen 11,11 Grm. C. Beim Hungern sinkt nach Boussingault[3]) die Quantität des Kohlenstoff- und Wasserstoffverlustes auf ein Drittheil, bis auf die Hälfte. Wir dürfen wohl annehmen, daß die Kohlenstoffausscheidung durch die Zufuhr über das Bedürfniß gesteigert werden könne, und daß die bei gewöhnlicher Diät gefundenen Zahlen den Bedarf in dieser Beziehung übersteigen, eine Behauptung, für welche wir weiter unten bei der Erläuterung des Verhältnisses zwischen Nahrung und Ernährung noch weitere Belege finden werden. Nehmen wir an, daß dieser Ueberschuß ein Drittheil beträgt, wozu uns die von Scharling gefundenen Zahlenunterschiede berechtigen, und rechnen wir dieses Quantum für den Kohlenstoffverlust durch Gallen-, Harn- und Schleimsecretion u. s. w., so müssen wir den Kohlenstoffverbrauch erwachsener männlicher Individuen zu 210 bis 240 Grm., denjenigen weiblicher dagegen zu 160 bis 200 Grm. veranschlagen. Für das kindliche Alter geben die oben mitgetheilten Zahlen die nöthigen Anhaltspunkte.

---

[1]) Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. II. S. 857.
[2]) Physiol. und path. Chemie 1842. S. 15.
[3]) Ann. d. Chim. et de Phys. Trois. Sér. T. XI. p. 453. 1844.

Gleichzeitig mit dem Verbrauch organischer Materien findet im lebenden Organismus ein stetiger Wechsel der für die Constitution desselben nothwendigen anorganischen Verbindungen Statt. Der Verlust an Wasser erfolgt theils nach den rein physikalischen Gesetzen der Verdunstung durch Lungen und Haut, theils dagegen nach denen der Secretion vermittelst der drüsigen Absonderungsorgane, den Nieren, der Haut, der Thränendrüsen u. s. w. Außer dem Wasser werden alle der thierischen Substanz eigenthümlichen Salze, das Chlornatrium, das phosphorsaure und schwefelsaure Alkali, die Erdphosphaten und das Eisen beständig gewechselt. Thiere, denen jegliche Zufuhr abgeschnitten wird, fahren demungeachtet fort, alle jene Verbindungen mit dem Harn auszuscheiden[1]). Der Lebensproceß setzt also nothwendig durch sein Bestehen in gleicher Weise einen Verbrauch seiner anorganischen wie seiner organischen Substrate. Es versteht sich von selbst, daß die Ausscheidung der ersteren nicht die Folge einer Metamorphose ist, welcher die letzteren erliegen; die Ursachen ihres Wechsels sind anderer Art. Derselbe erfolgt einestheils dadurch, daß die organischen Stoffe, mit welchen die anorganischen verbunden waren, umgesetzt werden, worauf beide gleichzeitig austreten. Dies ist der Fall mit den Erdphosphaten und dem Eisen. Anderentheils ist dieser Wechsel die einfache Folge der Transsudationsgesetze, nach welchen die Ausscheidung des Harnstoffes und anderer Producte des Stoffumsatzes nicht möglich ist ohne gleichzeitigen Austritt von Chlornatrium, phosphorsauren Alkalien und anderer leicht löslicher Salze. —

Wir haben oben nachgewiesen, daß der Stoffwandel im engeren Sinne, d. h. derjenige Umsatz, welchen das Bestehen der Lebensthätigkeit als nothwendige Folge mit sich bringt, eine constante Größe ist, daß eine Abhängigkeit von der Zufuhr und anderen untergeordneten Einflüssen, wie man sie angenommen hat, nicht stattfinden. Schwankungen läßt derselbe allerdings wahrnehmen, allein dieselben sind in bestimmte enge Gränzen eingeschlossen, welche im Normalzustande nicht überschritten werden. Die Factoren, durch welche diese Schwankungen vermittelt werden, sind zweierlei Art: sie liegen nämlich innerhalb des Organismus selbst oder in der Außenwelt. Was die ersteren betrifft, so ist nachweislich, daß körperliche Anstrengungen, starke Bewegung, schwere Arbeit u. s. w. den Umsetzungsproceß der stickstoffhaltigen Organtheile vermehren, daß unter diesen Verhältnissen Harnstoff und schwefelsaure Verbindungen, die Endresultate dieses Vorgangs, in größerer Menge ausgeschieden werden[2]). Etwas Aehnliches gilt auch, wenn auch in modificirter Weise, von der psychischen Thätigkeit, von den geistigen Anstrengungen, den Gemüthsbewegungen, überhaupt von denjenigen Zuständen, welche die Function des Nervensystems bedeutend in Anspruch nehmen. Durch körperliche und geistige Arbeit wird also zunächst der Umsatz der stickstoffhaltigen Gebilde gesteigert und das Bedürfniß ihres Wiederersatzes vergrößert: beide wirken jedoch auch indirect durch Vermehrung der Gefäßthätigkeit auf den Verbrauch der stickstofflosen Gebilde, des Wassers u. s. w.

Die Außenwelt influirt auf den Stoffwandel mittelst der Atmosphäre, deren Temperatur, Dichtigkeit und Feuchtigkeitsgehalt auf die Menge der

[1]) Am 3ten und 4ten Tage der Entziehung entleerte ein Hund mit dem Harn noch 0,65 und 0,76 Grm. anorganischer feuerfester Substanzen, die aus Chlornatrium, schwefelsaurem und phosphorsaurem Alkali, Erdphosphaten nebst Spuren von Eisen bestanden.

[2]) Vergl. Lehmann's und Simon's Untersuchungen. Wagner's Wörterb. der Phys. Bd. I. Artikel Harn.

Perspirationsproducte, also auf den Verbrauch an Kohlenstoff und Wasser einen merklichen Einfluß übt. Die Verdunstung von Wasser durch Haut und Lunge steht in einem bestimmten Verhältniß zu der relativen Wassermenge der Athmosphäre. Sie nimmt zu, je mehr sich die letztere von dem Sättigungspunkte entfernt. Die Schwankungen, welche in dieser Beziehung die Luft während der verschiedenen Zeiten des Jahres wahrnehmen läßt, veranschaulichen die von Kämtz in Halle angestellten Untersuchungen. Derselbe fand den relativen Wassergehalt der Atmosphäre in Procenten ausgedrückt, im

Januar,	Februar,	März,	April,	Mai,	Juni,
85,8.	81,0.	77,3.	71,3.	69,2.	71,0.
Juli,	August,	September,	October,	November,	December,
68,5.	66,1.	72,8.	78,9.	85,6.	86,8.

Viel wichtiger durch seine Beziehung zum Kohlenstoffverbrauch wird der Einfluß der Lufttemperatur. Die zunehmende Luftwärme bewirkt nach den sorgfältigen Versuchen von Vierordt eine bedeutende Abnahme in der Zahl und Tiefe der Athembewegungen, sowie in dem Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft. Bei einer Temperatur von 8⁰, 47 C. athmete Vierordt in der Minute 12,16 Mal, bei 19⁰,40 C. nur 11,57 Mal; er erspirirte bei 8⁰,47 C. 299,33 CC. Kohlensäure, bei 19⁰,40 C. nur 257,81 CC., eine Differenz, welche beträchtlich erscheint. Für eine Temperaturabnahme von 10⁰,93 C. ergab sich folgende Zunahme in der Energie der einzelnen respiratorischen Functionen: Erspirationszahl 4,9 %, Volumen der Erspiration 5,2 %, in der Minute ausgeathmete Luft 10,9 %, in der Minute exhalirte Kohlensäure 14,9 %. Der Verbrauch an Kohlenstoff steigt und fällt also mit der Ab- und Zunahme der Lufttemperatur in nicht unbeträchtlichem Grade.

Der Luftdruck übt auf diesen Umsatz keinen bedeutenden Einfluß. Vierordt fand beim Steigen des Barometers um 5''',67 nur eine Verminderung der Kohlensäureexhalation um 1,35 CC.

II. Die Nahrung und ihre Beziehungen zur Ernährung.

Bei der Auswahl der Nahrung leitete ursprünglich der Instinct das Menschengeschlecht, und es ist wunderbar, wie derselbe in der Regel überall das Richtige traf und gerade diejenigen Naturkörper wählte, welche die zum Ersatz des Verbrauchs erforderlichen Elemente in zweckmäßiger Verbindung enthalten. Auf diese Weise geschah es, daß eine gewisse Zahl von Pflanzengattungen, wie die Cerealien u. s. w. als Nahrungsmittel eine allgemeine Verbreitung über den größeren Theil des Erdballs erhielten, daß manche Stoffe als Zusätze bei der Bereitung der Speisen, wie die öligen Substanzen, die Zuckerstoffe und vor allen Dingen das Kochsalz überall bei den gebildetesten wie bei den rohesten Völkern das Bürgerrecht erhielten. So sehr indeß auch im Allgemeinen der Instinct und die rohe Empirie der Masse für die Wahl des zur Erhaltung des Lebens Nothwendigen ausreicht, so dringend stellt sich für viele andere Fälle das Bedürfniß einer klaren Einsicht in die Beziehungen zwischen Nahrung und Ernährung heraus. Es gilt dies nicht nur von den pathologischen Zuständen, in welchen der Nutritionsproceß wesentlich verändert ist und wo in der zweckmäßigen Leitung der Zufuhr der wirksamste Hebel zur Erreichung einer günstigen Umstimmung liegt, von den örtlichen Leiden der Digestionsorgane, wo die Verdaulichkeit der Ingesta in Frage kommt, sondern noch mehr von den zahlreichen zwischen Gesundheit

und Krankheit schwankenden Zuständen, in denen die gestörte Ernährung zu den verschiedenartigsten functionellen Störungen Veranlassung giebt. Ein allgemeineres staatswirthschaftliches Interesse erhält der hier in Rede stehende Gegenstand da, wo es sich um die Erhaltung größerer Menschenmengen in öffentlichen Anstalten, in Armen-, Kranken- und Gefangenhäusern handelt, so wie endlich zur Zeit der Noth und des Mangels, wo bei beschränkter Auswahl von Nahrungsstoffen für die Ernährung des Volks gesorgt werden muß. Wie viel in all diesen Fällen durch klare, feststehende Principien zu erreichen sei, hat man zu allen Zeiten eingesehen und daher oft die Feststellung derselben mit den Materialien, die zu Gebote standen, zu erreichen versucht. Die Ansichten über die Natur der Nahrungsmittel und ihre Beziehungen zur Ernährung, welche auf diese Weise laut wurden, gestalteten sich sehr verschieden, im Allgemeinen trugen sie immer den Stempel der Zeit an sich, in welcher sie entstanden. Man modellirte sie, um mich so auszudrücken, nach den Ideen, welche man über die Materie des thierischen Leibes und dessen Verhältniß zur Außenwelt hatte. Die Unklarheit, welche in dieser Beziehung Jahrhunderte lang herrschte und die man vergebens durch aprioristische Constructionen zu beseitigen strebte, gingen auch auf unseren Gegenstand über. Eine Kritik der älteren Ansichten ist aus diesem Grunde überflüssig; sie haben nur ein historisches Interesse. Hippokrates, dem Galen, Aëtius u. A. sich anschlossen, nahm an, daß die Nahrungsmittel ein nährendes Princip, einen Nährstoff im engeren Sinne enthielten, welcher überall derselbe sei. Stahl und später Lorry gingen noch weiter, indem sie den gährungsfähigen Schleim als allgemeinen Nährstoff proclamirten. Erst in neuerer Zeit, wo durch die vereinten Kräfte der hervorragendsten Chemiker die elementare Zusammensetzung der hauptsächlichsten thierischen und vegetabilischen Substanzen festgestellt wurde, wurden die ersten Anhaltspunkte gewonnen, von welchen eine wissenschaftliche Betrachtung der Nahrung ausgehen muß. Man zögerte auch nicht lange, dieselben zu verwerthen und Theorien über Ernährung und Nahrung wurden auf die Elemente basirt. Die An- oder Abwesenheit des Stickstoffs war hierbei maßgebend; nach der Menge derselben wurde der Nutritionswerth der Nahrungsstoffe bestimmt. Magendie, Liebig, Boussingault und viele Andere gingen bei ihren Theorien von diesem Gesichtspunkte aus; eine große Reihe von Stickstoffbestimmungen der verschiedenartigsten Substanzen wurden in diesem Sinne ausgeführt. —

Es leidet keinen Zweifel, daß die Gegenwart jenes Elements in den einzelnen zur Ernährung verwendbaren Materien von großer Wichtigkeit ist; das beinahe ausschließliche Gebundensein der functionellen Verrichtungen an stickstoffhaltigen Organtheilen liefert dazu den besten Beleg. Allein in der Allgemeinheit, in welcher jene Ansicht in unserer Zeit hingestellt wurde, ist sie unhaltbar und führt zu Consequenzen, welche theils schon jetzt mit Bestimmtheit zurückgewiesen werden können, theils aber sehr zweifelhaft bleiben und wegen ungenügender Einsicht in die Vorgänge des Stoffwandels, welche wir kaum erst in ihren Grundzügen und Endresultaten kennen, einer gründlichen Erörterung noch gar nicht fähig sind. Der Stickstoffgehalt ist kein absolutes Maaß des Nutritionswerthes der Speisen, weil die Art der Verwendung desselben im Organismus von der chemischen Constitution der Substanz abhängt, in welcher derselbe enthalten ist. Mit Sicherheit wissen wir, daß er zur Ernährung dient, wenn er in der Form der eiweißartigen Verbindungen eingeführt wird. In den meisten übrigen organischen Stoffen wirkt er ganz anders: in den Alkaloiden meistens als heftiges Gift, die stickstoffhaltigen

Horngebilde werden gar nicht verwandt; welche Bedeutung die leimgebenden Gewebe als Nahrungsstoffe haben, werden wir weiter unten zu erörtern suchen. Aber auch in der Form von eiweißartigen Substanzen hängt die Art seiner Verwendung noch von der mechanischen Vertheilung ab: in den Schichten verholzter vegetabilischer Zellen eingeschlossen, geht er, weil er den Lösungsmitteln unzugänglich bleibt, unbenutzt verloren[1]). Selbst die Muskelprimitivfasern des Fleisches werden nur zum Theil verwandt. Die Tabellen über den Stickgehalt der organischen Körper, welche die neuere Zeit uns in großer Anzahl brachte (man vergleiche die von Schloßberger und Kemp, Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LI. S. 210, die von Boussingault, Ann. de Chim. et de Physiq. III. sér. p. 214), sind als Nutritionsscalen nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen.

In einer eigenthümlichen geistreichen Weise hat Liebig die Rollen, welche die organischen Stoffe nach ihrem Uebergange in den Organismus übernehmen, vertheilt: die stickstoffhaltigen sollen allein zum Wiederersatz verwandt werden, die stickstofflosen dagegen lediglich zur Unterhaltung der Respiration dienen. Die ersteren werden daher plastische Nahrungsmittel, die letzteren Respirationsmittel genannt. So allgemein hingestellt, ist diese Ansicht nicht haltbar, wenn auch nicht geleugnet werden kann, daß durch sie hauptsächlich eine schärfere Auffassung der Beziehungen zwischen Nahrung und Ernährung angebahnt wurde. Einestheils sind nämlich zur Bildung der Organe, zur Entwicklung von Zellen und den übrigen Vorgängen des plastischen Lebens die stickstofflosen Fette ebenso unerläßliche Desiderate wie die stickstoffhaltigen Körper, anderntheils werden die Materialien für den Athmungsproceß keineswegs ausschließlich von den Respirationsmitteln geliefert, sondern je nach der Art der Zufuhr bald von diesen, bald von diesen und den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen, bald endlich von den letzteren allein (vergl. oben S. 663).

Schon bei dem Versuche, eine genügende Begriffsbestimmung der Nahrung zu liefern, stoßen wir auf Schwierigkeiten, so einfach die Sache auch zu sein scheint. Ein rein empirisches Verfahren ist nicht haltbar, weil wir nicht wissen, ob Alles, was genießbar ist, auch Materialien für die Unterhaltung des Lebensprocesses liefert. Ebenso wenig giebt die chemische Zusammensetzung des Organismus feste Anhaltspunkte, weil manche Stoffe, wie die leimgebenden Gewebe, die Epithelialgebilde nachweißlich während des Organisationsprocesses aus anderen Substanzen gebildet werden, also als solche keines Ersatzes bedürfen, zum Theil auch, wie die Epithelien, wegen der eigenthümlichen chemischen Eigenschaften gar nicht fähig sind.

Weil alle Materien, die zur Nutrition verwendet werden, zunächst in's Blut gelangen, welches den stehenden Fond für die Bestreitung aller Ausgaben des thierischen Haushalts darstellt, so glaubte Liebig von dem Satze ausgehen zu können, daß nur diejenigen Substanzen Nahrungsstoffe seien, welche in Blut umgewandelt werden könnten. Allein hierbei tritt der Umstand in den Weg, daß das Blut eine sehr schwankende Basis ist, dessen Zusammensetzung im Einzelnen, wenn auch eine bestimmte Gruppe von Substanzen, im Wesentlichen immer dieselbe bleibt, durch beständige Aufnahme

---

[1]) Buchenholz enthält nach Chevandier 0,88 Proc. größtentheils eiweißartigen Verbindungen angehörigen Stickstoff, Reis dagegen 1,16 Proc. Sie würden also von obigem Gesichtspunkte aus als Nahrungsmittel sich ziemlich nahe stehen und doch wird wohl Keiner den letzteren mit dem ersteren vertauschen wollen.

von der einen Seite und Abgabe nach der andern im fortwährenden Wechsel begriffen ist. Viele Stoffe, von denen wir zuverlässig wissen, daß sie in dasselbe eingehen, wie die Umwandlungsproducte der Amylacea und der übrigen Kohlehydrate der Nahrung finden wir daher in ihm nicht wieder, ebenso wenig die Resultate des Stoffwandels, wie den Harnstoff u. s. w., obwohl sie beständig aus ihm abgeschieden werden. Die chemische Analyse giebt uns also kein scharfes Bild der Zusammensetzung des Blutes; gerade die Materien, in welchen die Acte der Neubildung und des Verbrauchs sich kundgeben, entgehen ihr; sie ist daher nicht geeignet, als Grundtypus einer Betrachtung der Nutrimente untergelegt zu werden[1]).

Im Allgemeinen läßt sich von der Nahrung nur so viel sagen, daß sie im Stande sein muß, alle Ausgaben des thierischen Haushalts zu decken und in der Jugend wenigstens die Materialien zum Wachsthum zu liefern. Die Bedingungen, an welche diese Forderung geknüpft ist, genauer festzustellen, ist die Aufgabe, welche die wissenschaftliche Betrachtung der Nahrung zu lösen hat. Sie bestehen in Folgendem:

1) Die Ingesta müssen alle Elemente enthalten, welche im Organismus, zu dessen Unterhaltung sie verwendet werden, vorkommen. Derselbe ist nicht befähigt, sich Elemente zu schaffen oder eines derselben in ein anderes umzuwandeln.

Außer den die organischen Materien constituirenden vier Elementen nebst Schwefel und Phosphor sind erforderlich: als Basen, Natron, Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisen, als Säuren, Chlor und Phosphorsäure. Die Schwefelsäure ist als solche nicht unerläßlich, weil sie durch den während des Lebens beständig thätigen Oxydationsproceß aus dem Schwefel gebildet wird: sie fehlt daher auch in der Milch. Kieselerde und Fluor, welche nur in einzelnen Organen in merklicher Menge vorkommen, sind von untergeordneter Wichtigkeit; Mangan, Blei und Kupfer[2]) dagegen dürfen als rein zufällige Bestandtheile des menschlichen Körpers angesehen werden.

Es versteht sich nach dem Angegebenen von selbst, daß alle Nahrungsstoffe, denen der eine oder der andere der erwähnten Bestandtheile abgeht, für sich allein das Leben für die Dauer nicht erhalten können, so sehr sie auch in Verbindung mit andern eine zweckmäßige Verwendung finden. Die Versuche von Magendie, sowie die von Tiedemann und Gmelin, welche Gänse und andere Thiere ausschließlich theils mit stickstoffhaltigen Substanzen, wie Eiweiß, theils dagegen mit stickstofflosen, wie Zucker, Gummi und Stärke fütterten, mußten mit dem Tode der Thiere enden, weil nicht alle Bestandtheile des Organismus vertreten waren. Es würde derselbe Ausgang sich eingestellt haben, auch wenn man beiderlei Verbindungen gleichzeitig gereicht und nur das Eisen oder die Kalkerde oder das Kochsalz u. s. w. ausgeschlossen hätte. Die gewöhnliche diätetische Regel, nach welcher mit den

---

[1]) Aus denselben Gründen ist die Blutanalyse nicht geeignet, in die pathologischen Anschauungen diejenige Klarheit zu bringen, welche unsere Generation so zuversichtlich von ihr erwartet. So wie es unmöglich ist, die krankhaften Processe im Blute während ihres Geschehens zu studiren, ebenso wenig können wir die Resultate derselben hier erfassen, weil durch Secretionsorgane und Ablagerungsprocesse die pathischen Producte sofort nach ihrer Entstehung wieder ausgeschieden werden.

[2]) Millon (L'Institut. 1848. N. 732) fand im menschlichen Blute:

Kieselerde	1—3 Proc.
Blei	1—3 Proc.
Kupfer	0,5—2,5 Proc.

Melsens dagegen konnte in 21 Fällen weder Blei, noch Kupfer im Blute entdecken. (Ann. d. Chem. et de Physiq. III. Sér. Tom. XXIII.)

Speisen gewechselt werden muß, wenn eine vollständige Ernährung erzielt werden soll, scheint ebenfalls darin ihre Begründung zu haben, daß in den einzelnen Nahrungsmitteln die Theile des thierischen Körpers nur selten vollständig vertreten sind, weshalb ein Wechsel nothwendig wird, um das Fehlende zu ergänzen. Wo dies nicht der Fall ist, wie in der Milch, ist daher ein Wechsel auch nicht nöthig.

2) Die Elemente der organischen Nahrungsstoffe müssen in einer Weise vereinigt sein, welche der chemischen Constitution der thierischen Materie analog ist.

Die Elemente dürfen zunächst nicht im isolirten Zustande dargeboten werden, wenn sie in die Zusammensetzung des Organismus eingehen sollen. Die ältere Ansicht, nach welcher die Lebenskraft im Stande sein sollte, aus den Elementen organische Materien zu construiren, ist nach den Resultaten der neueren Forschungen als widerlegt zu betrachten. Dieselbe hatte auch nur in Bezug auf den Stickstoff einige, obwohl schwache thatsächliche Belege. Bei der Untersuchung über die Veränderungen, welche die atmosphärische Luft bei dem Respirationsprocesse erleidet, fanden nämlich einige Beobachter eine Verminderung des Stickstoffs derselben und man schloß daraus auf Absorption und Verwendung dieses Elements für die Zwecke der Nutrition. Priestley, H. Davi, Pfaff und Edwards gelangten zu diesem Resultate; allein von anderen Forschern wurde dasselbe nicht bestätigt. Schon Lavoisier konnte keine Veränderungen des Stickstoffgehalts auffinden; Nysten, Dulong und Despretz fanden im Gegentheil eine Vermehrung; Valentin und Brunner kamen durch ihre Untersuchungen zu dem Schlusse, daß der Stickstoffgehalt keine oder nur höchst unbedeutende Veränderungen erleide. Die Schwierigkeit, mit welcher eine genaue analytische Bestimmung dieses Gases verbunden ist, die exacte Messung des Sauerstoffs und der Kohlensäure, sowie die sorgfältige Berücksichtigung der Volumveränderungen der exspirirten Luft, welche sie voraussetzt, machen eine directe Entscheidung dieser Frage im hohen Grade unsicher. Die Stütze, welche durch dieselben jener an und für sich unwahrscheinlichen Annahme gewährt wird, verliert hierdurch und durch die entgegengesetzten Resultate anderer Forscher fast allen Werth. Rechnen wir hierzu noch, daß die indirecten Bestimmungen Boussingault's[1]), durch Vergleichung der Elemente der Nahrung und der Excremente bei Pferden, Kühen und Tauben gewonnen, zu dem Resultate führten, daß Stickstoff bei der Respiration abgeschieden wird, so muß jene Hypothese als hinreichend widerlegt aufgegeben werden.

Sauerstoff wird zwar als solcher in den thierischen Organismus aufgenommen. Jedoch dient derselbe nicht so sehr zum Wiederersatze als zur Erregung der für das Bestehen des Lebens unerläßlichen Umsetzungsprocesse.

Ebenso wenig wie die isolirten Elemente können die einfachen binären Verbindungen derselben, die Kohlensäure und das Ammoniak, zur Nutrition dienen; die Kohlensäure wird überall nicht aufgenommen, sondern beständig ausgeschieden; die Annahme von Pereira, nach welcher der Ammoniakgehalt der Atmosphäre dem Organismus Stickstoff liefern soll, ermangelt jedes Beweises.

Um für den thierischen Leib assimilationsfähig zu sein, ist es durchaus unerläßlich, daß die Elemente in bestimmten lockeren, den Zwecken des Lebensprocesses sich anpassenden Verbindungen dargeboten werden. Eine genaue

[1]) Ann. de Chim. et de Phys. Août 1844.

Feststellung der diesen Anforderungen entsprechenden chemischen Constitution ist bis jetzt nicht möglich, es ist dies gerade die Aufgabe, deren Erledigung die Anstrengungen unserer ausgezeichnetsten Chemiker vergebens versuchten. Wir wissen von der Anordnung der Elemente in den eiweißartigen Substanzen, in dem Hornstoff, den leimgebenden Geweben u. s. w. gar nichts Positives; sie ist aber ebenso wichtig, wie die Kenntniß der Zahl der Elemente, weil von ihr die Art der Umwandlung abhängt[1]), in ihr also der Schlüssel zur Einsicht in die organische Metamorphose enthalten ist.

Bei der Unmöglichkeit, positiv die Bedingungen der Assimilationsfähigkeit anzugeben, müssen wir uns darauf beschränken, negativ nachzuweisen, welche organische Verbindungen für die Erhaltung des Individuums nicht geeignet sind. Im Allgemeinen sind als Nutrimente nur die sogenannten indifferenten Stoffe verwendbar. Diejenigen dagegen, in welchen die Elemente zu einer bestimmt charakterisirten chemischen Verbindung basischer oder saurer Natur vereinigt sind, können in der Regel nicht als Nahrungsstoffe dienen. Was zunächst die alkalischen organischen Stoffe, die Pflanzenbasen oder Alkaloide anbelangt, so wirken, wie bekannt, die meisten derselben als heftige Gifte (Strychnin, Morphium u. s. w.); andere, welche sich ohne Nachtheil in größerer Menge in den Organismus einführen lassen, gehen nicht in die Substanz desselben ein, sondern werden rasch, theils in umgewandelter Form wieder ausgeschieden. Chinin wurde nach Anwendung größerer Gaben von Piorry, Landerer, Valle u. s. w. im Harn wieder gefunden[2]); das Salicin wird, nach Lehmann's Versuchen, als salicylige Säure wieder ausgestoßen. Das Caffein wird zwar nicht als solches wieder excernirt, jedoch haben wir hinreichende Gründe, seine Verwendung für die Zwecke der Nutrition in Abrede zu stellen. Schon Lehmann wollte nach dem Genuß desselben eine Vermehrung des Harnstoffs wahrgenommen haben; Rochleder (Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LXIII. S. 193) wies später, daß Caffein durch Kochen mit Salzsäure und chlorsaurem Kali in Alloxan übergeführt werde. Versuche mit großen Gaben dieses Alkaloids, welche von mir bei Kaninchen angestellt wurden, ergaben im Harn zwar kein Alloxan jedoch eine beträchtliche Zunahme des Harnstoffs, in welchen das Alloxan durch weitere Oxydation übergegangen sein mußte. Vergleichende Versuche mit Alloxan bei demselben Thiere führten zu einem gleichen Resultate. Das Caffein verwandelt sich also im Organismus in Harnstoff und wird ausgeschieden ohne einen bleibenden Bestandtheil des Körpers ausgemacht zu haben. Die kräftig nährenden Eigenschaften, welche in neuerer Zeit vorzugsweise von Payen[3]) dem Caffee zugeschrieben wurden, kommen demselben also nicht zu[4]).

Selbst die in der Fleischbrühe vorkommende organische Base das Krea-

---

[1]) Die salicylige oder spirige Säure hat mit der Benzoesäure dieselbe elementare Zusammensetzung. Dennoch ist ihr Verhalten im Organismus ein ganz verschiedenes: die Benzoesäure wird zur Hippursäure, die spirige Säure dagegen bleibt was sie ist und wird als solche mit dem Harn ausgeschieden. Vergl. Wöhler und Frerichs, über Umwandlungen einiger in den Harn übergehender Substanzen. Ann. der Chemie und Pharm. März 1848.

[2]) Von 16 Grn. schwefelsauren Chinins, welche in Form zweigraniger Pulver während der Apyrexie einer Intermittens quot. gereicht wurden, konnte ich aus dem Harn mit Sicherheit eine nicht ganz unbeträchtliche Menge wieder darstellen.

[3]) Comptes rend. XXII. p. 724—734 und XXIII. p. 244—251.

[4]) Der Gehalt der Kaffeebohnen an Traubenzucker und Legumin ist natürlich kaum in Anschlag zu bringen.

tinin und das Kreatin können, weil sie unverändert in den Harn übergehen, nicht als Nahrungsstoffe betrachtet werden.

Aus den bisherigen Erfahrungen scheint sich also zu ergeben, daß die organischen Basen und krystallisirbaren indifferenten Stoffe zur Ernährung nicht dienen können.

Die sauren organischen Verbindungen zeigen im thierischen Körper ein verschiedenes Verhalten. Es hängt dieses theils von der Zusammensetzung derselben, theils dagegen davon ab, ob sie im freien Zustande oder an Basen gebunden, eingeführt werden. Nach den vorliegenden Thatsachen ist nur ein Theil derselben als Nutriment zu betrachten. Bei weitem die meisten werden unverändert oder nachdem sie bestimmte Metamorphosen erlitten haben, wieder ausgeschieden. Im freien Zustande eingenommen, treten nach der Entdeckung von Wöhler[1]) die meisten organischen Säuren sehr bald wieder unverändert aus, in der Regel in Verbindung mit einer Base, zu welcher sie große Verwandtschaft haben. Die Citronensäure, Aepfelsäure, Weinsteinsäure, Oxalsäure finden sich an Kalkerde gebunden im Harn wieder. Andere werden verändert: die Benzoesäure in Hippursäure, die Gerbsäure in Gallussäure, Pyrogallussäure und huminartige Stoffe u. s. w. Sie liefern also in diesem Zustande keinen Beitrag zur Erhaltung der Integrität des Organismus. Anders gestaltet sich das Verhältniß, wenn die organischen Säuren an Basen gebunden eingeführt werden: sie treten dann als kohlensaure Salze wieder zu Tage, nachdem sie ihren Wasserstoff und einen Theil ihres Kohlenstoffs für die Zwecke des thierischen Haushalts abgegeben haben.

Nur ein sehr kleiner Theil der freien organischen Säuren scheint tauglich zu sein in die Substanz des Organismus einzugehen. Es gehört dahin die Gruppe der fetten Säuren und die Milchsäure. Die letztere, die vor allen Dingen wichtig ist, weil sie als Product der Metamorphose, welche bei der Verdauung die eingeführten Kohlehydrate erleiden, fast aus allen Nahrungsmitteln sich bildet, stellt das erste Glied in der Kette von Umwandlungen dar, durch welche die Amylacea und verwandte Stoffe zu Fett metamorphosirt werden. Auf die weitere Nachweisung dieses Vorgangs in seinen einzelnen Momenten, die Umsetzung der Milchsäure in Buttersäure u. s. w. können wir erst später eingehen.

3) Die dritte Bedingung, an welche die Brauchbarkeit der organischen Stoffe für die Zwecke der Nutrition geknüpft ist, besteht darin, daß dieselben den Auflösungsmitteln der Digestionsorgane zugängig sein müssen.

Im Allgemeinen ist die Erfüllung derselben mit der eben angedeuteten chemischen Zusammensetzung der organischen Substanz gegeben: bei weitem die meisten der indifferenten stickstoffhaltigen und stickstofflosen Verbindungen sind sehr geneigt, unter dem Einflusse derjenigen Agentien, denen sie im Verdauungscanale unterworfen werden, sich umzusetzen und zu verflüssigen. Jedoch giebt es hiervon Ausnahmen. Unter den Kohlehydraten, von denen alle übrigen Glieder leicht veränderlich sind, ist die Cellulose in der Regel unlöslich: nur die der jungen Pflanzentheile scheint eine Ausnahme zu machen: in älteren dagegen leistet sie, wie später genauer nachzuweisen ist, den Lösungsmitteln des Darmcanals vollkommen Widerstand.

Daß die mechanischen Verhältnisse den Zutritt der Verdauungsflüssigkeiten gestatten müssen, versteht sich von selbst. Einhüllungen von dicken Epidermisschichten, von verholzten Zellwandungen u. s. w. bewirken natürlich,

[1]) Tiedemann's Zeitschrift für Physiol. Bd. I. S. 305.

daß eingeschlossene eiweißartige Körper und andere Nahrungsstoffe unverändert und unbenutzt den Darmcanal durchwandern. Die sich hier anschließenden gradweisen Unterschiede in der Löslichkeit, welche für die Feststellung des Nutritionswerthes von Wichtigkeit sind, können erst später berücksichtigt werden.

Nachdem die Bedingungen, an welche die Brauchbarkeit der organischen Stoffe für die Zwecke der Ernährung gebunden ist, so weit es bei dem gegenwärtigen Stande der Chemie thunlich erscheint, im Allgemeinen angedeutet sind, gehen wir zur Betrachtung der Nahrung selbst über. Die Nahrungsmittel, wie sie thatsächlich genossen werden, sind sehr zusammengesetzte Substanzen. Sie enthalten mehrere chemische Verbindungen organischer wie anorganischer Natur. Dennoch können nur wenige derselben allein für sich einen ausreichenden Ersatz für den durch den Stoffwechsel bedingten Substanzenverlust und für die Neubildung liefern. Nur zwei Materien kennen wir, welche wenigstens für eine bestimmte Zeit des Lebens diesem Zwecke vollständig genügen. Es sind das

1) das Ei der eierlegenden Thiere für die Fötalperiode derselben, und

2) die Milch der Säugethiere für den zwischen Geburt und Dentition liegenden Zeitraum.

Sie enthalten alle zu den Vorgängen der Ernährung und des Wachsthums erforderlichen Stoffe in zweckmäßiger Form, wir finden also in ihnen den zuverlässigsten Ausgangspunkt unserer Betrachtung.

Die Milch, welche wir vorzugsweise als Prototyp wählen, weil die Verhältnisse, unter welchen sie ihre Anwendung findet, die allgemeineren sind, besteht, wie bekannt, aus verschiedenartigen, theils anorganischen, theils organischen Verbindungen. Zu den ersteren gehören außer dem Wasser mehrere Salze von Alkalien und Erden, von welchen einige frei in der Flüssigkeit vorkommen, andere dagegen mit organischen Stoffen vereinigt sind. Sie bestehen in Kali an Casein gebunden in der Milch der Kühe und Natron in der Frauenmilch, ferner in Chlorkalium und Chlornatrium, phosphorsaurem Natron, Eisenoxyd nebst phosphorsaurer Kalk- und Talkerde: die beiden letzteren sind ebenfalls mit Käsestoff verbunden. Die organischen Bestandtheile der Milch sind dreierlei Art: ein eiweißartiger Körper (Casein), sodann zwei stickstofflose Verbindungen, nämlich eine der Gruppe der Kohlehydrate angehörend, der Milchzucker und fette Körper, die Butter. Der Complex dieser Materien umfaßt Alles, was zur Erhaltung des Lebens und zur Neubildung von Organtheilen erforderlich ist, in geeignetster Form. Für das letztere bürgt uns der Umstand, daß die Milch unabhängig von der Nahrung, der Lebensweise, dem Bau u. s. w. bei allen Säugethieren, so weit sie bisher untersucht wurde, im Wesentlichen überall dieselben Stoffe enthält[1]). Sie müssen also wohl sämmtlich bei der Ernährung eine bestimmte Rolle zu übernehmen haben. Wir legen daher dies von der Natur vorgezeichnete Schema zu Grunde und suchen, so weit uns die Chemie mit Mitteln dazu an die Hand geht, die übrigen als Nahrungsmittel gebräuchlichen Substanzen darauf zurückzuführen. Wir schließen hierbei keineswegs die geringe Zahl der Materien, welche vermöge ihrer Zusammensetzung und chemischen Constitution sich hier nicht anreihen lassen, wie die Gelatine, das Pectin u. s. w., von vorne herein von den Nutrimenten aus, glauben jedoch, daß dieselben in Bezug

---

[1]) Selbst bei den Fleischfressern bildet sich zur Zeit der Lactation auf eine für uns noch unerklärliche Weise Milchzucker. Die Angabe von Dumas, welcher dies Factum in Abrede stellen zu müssen glaubte, wurde in neuester Zeit von Liebig berichtigt.

auf die Art ihrer Verwendung, ihren Nutritionswerth u. s. w. einer strengeren Prüfung zu unterwerfen sind.

Die Nahrungsstoffe zerfallen also

A. in anorganische:
  a. Wasser,
  b. Salze,
     Alkalien, Erden, Metalle (Eisen);
B. in organische:
  a. stickstoffhaltige eiweißartige Körper,
     Anhang Gelatine;
  b. stickstofflose.
     Sie zerfallen in 2 Gruppen
       1. die Fette,
       2. die Kohlehydrate,
          Anhang Pectin.

A. Anorganische Nahrungsstoffe.

William Prout[1]), welcher in seiner Bearbeitung dieses Gegenstandes ebenfalls von der Milch ausging, ließ das Wasser und die Salze außer Acht. In derselben Weise verfuhren alle übrigen Autoren, ja die meisten derselben schlossen ausdrücklich alle anorganischen Stoffe von dem Begriff der Nahrung aus und beschränkten denselben streng auf die organischen. Ein solches Verfahren läßt sich, scheint mir, in keiner Weise rechtfertigen: es beruht auf einseitigen Ansichten vom Stoffwandel und führt aus diesem Grunde zu Einseitigkeiten in der Diätetik, welche sich bereits schwer genug gerächt haben. Für die Zusammensetzung des thierischen Organismus sind die anorganischen Verbindungen ebenso unerläßlich, wie die organischen: Blut ohne Kochsalz und Eisen, Knochen ohne Kalkerde sind nicht denkbarer, als Blut ohne Eiweiß und Knochen ohne Gelatine. Bei dem Wechsel der Materie werden die ersteren in derselben Weise ausgeschieden, wie die letzteren[2]), sie müssen also auch in derselben Weise ersetzt werden, wenn die Integrität des Organismus erhalten bleiben soll.

a. Wasser.

Es giebt für den lebenden Organismus zwei Wege, auf welchen derselbe beständig Wasser verliert, nämlich die Verdunstung und die Secretion. Mittelst der Ersteren giebt die ganze Oberfläche desselben Flüssigkeit in Dunstform nach physikalischen Gesetzen an die umgebende Atmosphäre ab. Die Quantität dieses Verlustes wechselt je nach der Temperatur, dem relativen Wassergehalt der Luft u. s. w. Durch die Zweite dagegen erfolgt eine Ausscheidung tropfbarer Flüssigkeit nach den Regeln der Transsudation, die modificirt wird durch die Contractilität der Membranen, den Druck der Blutsäule u. s. f. Der auf beiden Wegen sich ergebende Verlust an Flüssigkeiten verlangt einen sofortigen Ersatz, weil eine bestimmte Concentration der Säfte und die Durchfeuchtung der animalischen Substanzen Grundbedingungen aller organischen Vorgänge sind. Ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von Wasser verschwindet die den thierischen Geweben ei-

[1]) H. Mayo Outlines of human physiology. 3. ed. p. 152 seqq.
[2]) Vergl. S. 666.

genthümliche Weichheit und Elasticität, an welche ihre Function gebunden ist: die den Ernährungs- und Absonderungsproceß vermittelnde Transsudation, die nur bei einem bestimmten Dichtigkeitsgrade möglich ist, wird gestört, die freie Bewegung der in Umsetzung begriffenen Moleküle wird gehindert. Das Bedürfniß des Wiederersatzes von Flüssigkeiten kündigt sich aus diesem Grunde viel dringender und heftiger an, als das von festen Materien: das Wasser ist daher die erste Bedingung alles organischen Lebens.

Die Zufuhr desselben geschieht in sehr verschiedener Weise. Niemals wird es vollkommen rein genossen, sondern immer vermischt mit anderen Substanzen theils organischer, theils anorganischer Art. Vergleiche das Nähere bei den Getränken. In mehr oder minder beträchtlicher Menge findet sich außerdem das Wasser in allen organischen Nahrungsmitteln, wo dieselbe für die Feststellung des Nutritionswerthes von Wichtigkeit ist.

b. Die Salze.

Die Salze, welche sich für die Erhaltung des Lebensprocesses als unerläßlich erweisen, zerfallen chemisch betrachtet in zwei Gruppen: in die Alkalien und Erden. Beide haben physiologisch eine wesentlich verschiedene Bedeutung. Die ersteren gehen nur in untergeordneter Menge in die Formbestandtheile des Organismus ein, sie finden sich hauptsächlich in den Heerden des Stoffwandels, den Säften, dem Blute, der Parenchymflüssigkeit und den Secreten und beurkunden ihre Wirksamkeit darin, daß sie in die Umsetzungsprocesse, welche hier vor sich gehen, thätig eingreifen. Die andere Gruppe hingegen ist für die Constitution der Formbestandtheile unentbehrlich; die einzelnen Glieder derselben gehen Verbindungen mit der organischen Materie ein, sie greifen ein in den morphologischen Entwicklungsproceß derselben, die Zellbildung und deren weitere Formveränderungen, und geben schließlich den Gebilden diejenigen physikalischen Eigenschaften, deren sie zur Ausübung ihrer functionellen Thätigkeit bedürfen. Wir wenden uns zunächst

1. an die Alkalien.

Sie bestehen, wie erwähnt, aus Natron und Kali gebunden an Chlor und Phosphorsäure. Beiden Verbindungen begegnen wir fast in allen Körpertheilen besonders den flüssigen. Sie finden sich nicht nur in denen, welche noch an den Lebensvorgängen Theil nehmen, sondern constant auch in den wässerigen Secreten, denen sie vermöge der Leichtigkeit, mit welcher ihre Lösungen transsudiren, beigemischt werden. Der auf diese Weise durch den Absonderungsproceß, namentlich durch die Nierenthätigkeit gesetzte Verlust dieser Stoffe macht eine beständige Zufuhr zum Bedürfniß. Ueber die physiologische Bedeutung derselben herrscht, obgleich die neuere Zeit manche interessante Anhaltspunkte liefert, noch nicht die wünschenswerthe Klarheit. Eine Hauptbedingung derselben, eine genaue Feststellung ihrer Mengenverhältnisse in den verschiedenen Säften, ist noch nicht erfüllt; ebenso wenig hat man genügend beachtet, wo die Base für das gefundene Chlor und die Phosphorsäure Natron und wo Kali sei, wo beide vorkommen und in welchem Verhältniß. Mit Bestimmtheit wissen wir nur, daß im Blute das Natron bedeutend vorwiegt, während in der Flüssigkeit des Muskelfleisches Kali den größeren Theil ausmacht (Liebig). Im Allgemeinen kann man behaupten, daß Chlornatrium und phosphorsaures Alkali überall gleichzeitig vorkommen:

das erstere ist jedoch immer vorwiegend. Auch in Bezug auf ihre physiologische Bedeutung haben sie manches Gemeinsame.

Was zunächst das phosphorsaure Alkali betrifft, so wird dasselbe wichtig als Lösungsmittel vieler organischer Stoffe: es ertheilt denselben die Fähigkeit durch die Gefäßwände zu dringen, was für die Zwecke der Nutrition und Secretion unerläßlich ist. Es giebt kaum ein Salz, welches mit größerer Leichtigkeit einen Theil seiner Base an andere saure oder die Rolle saurer Körper übernehmende Stoffe abgebe, als das pyrophosphorsaure Natron (PO_5 2 Na O_1HO). Die Kohlensäure nimmt dasselbe in großer Menge auf und giebt es mit Leichtigkeit wieder ab. 1 Thl. dieses Salzes in 100 Thln. Wasser absorbirt, nach Liebig, doppelt soviel Kohlensäure, als das Wasser für sich bei derselben Temperatur und demselben Druck aufgenommen haben würde. Bloßes Schütteln mit Luft, Verdunstung des Wassers, Aufhebung des Luftdrucks sind hinreichend, sie wieder frei zu machen. Auf diese Weise scheint das phosphorsaure Natron im Blute wichtig zu werden für die Aufnahme und Hinwegführung der Respirationsproducte. In derselben Art geht es Verbindungen ein mit eiweißartigen Substanzen, die dadurch gelöst erhalten und für die weitere Verwendung geschickt gemacht werden. Zu diesem Ende besitzen auch die Saamen der Pflanzen, in welchen beim Keimen rasche Umsetzungen des Albumins vor sich gehen, große Mengen dieses Salzes. Ebenso werden endlich noch die schwer lösliche Harnsäure und Hippursäure von dem phosphorsauren Alkali des Harnes, welches mit ihnen seine Basis theilt, gelöst erhalten[1]). Es ist für alle diese Zwecke nicht gleichgültig, ob die Base Kali oder Natron sei. Nur die Verbindung mit letzterem besitzt jene Eigenschaften in hohem Grade. Dieselbe ist aus diesem Grunde ein unersetzlicher Bestandtheil des Blutes, in welchem sie immer in bedeutender Quantität vorhanden ist, während in der Flüssigkeit des Fleisches die Kaliverbindung prädominirt.

Liebig fand auf 100 Thle. Natron

	Kali im Blute	Kali im Fleische
beim Ochsen	5,9	279
» Pferde	9,5	285
» Huhn	40,8	381

Ueber die Rolle, welche das Chlornatrium im lebenden Organismus spielt, besitzen wir nur fragmentarische Kenntnisse. Im Blute, wo es constant in beträchtlicher Menge gefunden wird, scheint ein Theil seiner Bedeutung darin zu bestehen, daß es in Verbindung mit dem Eiweiß das Zerfließen der Blutkörperchenhülle verhindert[2]). Anderentheils wird es wahrscheinlich dadurch wichtig, daß es die Auflösung der eiweißartigen Körper insbesondere des Faserstoffs befördert. Große Mengen desselben sind im Stande die Gerinnung des Fibrins zu verhindern in derselben Weise wie die übrigen Alkalien. Die hauptsächlichste Bedeutung des eingeführten Kochsalzes besteht, abgesehen von dessen noch nicht genügend erkanntem Einfluß auf die Vorgänge der Transsudation, darin, daß dasselbe in der sogleich zu erörternden Weise die ergiebigste Quelle des Natrons ausmacht, einer Base, welche für die Constitution vieler animalischen Stoffe unersetzlich ist.

Was die Zufuhr der eben erwähnten Salze durch die Nahrung betrifft, so enthalten fast alle organischen Substanzen an Chlor und Phosphorsäure

---

[1]) Vergl. Liebig in den Ann. der Chemie und Pharm. 1844. S. 178.

[2]) Joh. Müller in Poggend. Ann. 1832. Heft 8.

gebundenes Alkali in größerer oder geringerer Menge. In der Regel ist jedoch das Kali vorherrschend, wie im Fleisch: noch mehr ist dies der Fall in den Vegetabilien, denen nicht selten das Natron vollkommen abgeht. Nur die in der Nähe des Meeres wachsenden Pflanzen machen hiervon eine Ausnahme. Zur Herstellung der für den thierischen Haushalt erforderlichen Menge von Natronverbindungen ist daher für die meisten Speisen der Zusatz eines Natronsalzes unerläßlich, für andere wenigstens sehr zuträglich. Zu diesem Zwecke dient das Kochsalz, welches theils als solches dem Blute einverleibt wird, theils dagegen die Bildung des phosphorsauren Natrons durch gegenseitige Zersetzung von Chlornatrium und phosphorsaurem Kali möglich macht. Auf diese Weise erhält das Kochsalz, namentlich beim Genuß von Vegetabilien, eine hohe Wichtigkeit für die Blutbereitung. Es erklärt sich daraus, wie der Gebrauch dieser Substanz eine so große Ausbreitung über alle Zonen der Erde erreichen konnte, wie dieselbe allen Nationen, von den rohesten bis zu den gebildetsten, in gleichem Maaße zu einem der ersten und dringendsten Bedürfniß wurde. Es giebt nur äußerst wenige Volksstämme, denen der Gebrauch des Kochsalzes unbekannt blieb, wie die Bewohner von Mauritius, den patagonischen Pampas. Möglich ist es, daß hier die von den Bodenverhältnissen abhängige Zusammensetzung der Pflanzenasche durch seinen reichen Natrongehalt jenen Zusatz entbehrlich machte. Wie sehr eine Beimengung von Kochsalz zum Futter den Hausthieren wohl thut, wußten schon Plinius und Haller. Sale delectantur et ejus usu bene se habent. Die genaueren Versuche von Boussingault (Ann. de Chim. et de Phys. III. Sér. XIX. p. 117—125), so wie die von Boussingault und Dailly (ibd. III. Sér. XX. p. 179—181. Compt. rend. 1847 XXIV. und XXV.) ergeben, daß auf den Salzgebrauch die Thiere kräftiger und munterer wurden, wenn auch ihr Gewicht nicht auffallend zunahm. Plouviez (Compt. rend. 1848 XXV. 110) stellte an sich selbst Untersuchungen an über den Einfluß, welchen das Kochsalz auf das vegetative Leben insbesondere auf die Blutbereitung ausübt. Er fügte 3 Monate lang seiner Nahrung täglich 10 Grm. Chlornatrium. Die Zusammensetzung des Bluts vor und nach dem Genuß des Salzes wurde von Poggiale festgestellt. Bei gewöhnlicher Nahrung fand derselbe im Blute: 779,24 Wasser, 130,08 Blutkörperchen, 9,33 Salze mit 4,40 Chlornatrium: nach vermehrter Kochsalzzufuhr dagegen 767,60 Wasser, 143,0 Blutkörperchen, 11,84 Salze mit 6,10 Chlornatrium. Die Zunahme der Blutkörperchen und Salze ist beträchtlich. Es erklärt sich hieraus vielleicht die von Alters her gerühmte Wirksamkeit des Salzes gegen Scrophulose. Daß übermäßiger Genuß von stark gesalzenem Fleisch keine Ursache des Scorbuts sei, leidet nach den Erfahrungen von Cook und Lapeyrouse, welche ungeachtet desselben bei Anwendung der nothwendigen hygienischen Maaßregeln Scorbut nicht eintreten sahen, keinen Zweifel. Die örtliche Affection des Zahnfleisches ist etwas ganz anderes.

2. Die Erden und Metalle.

Für das Bestehen des Organismus sind von diesen Verbindungen die phosphorsaure Kalk- und Talkerde so wie das Eisenoxyd unerläßlich: das Fluorcalcium und die Kieselerde sind von untergeordneter Bedeutung. Blei und Kupfer, so wie das Mangan, welche von mehreren Beobachtern (vergleiche Millon L'Institut 1848 Nr. 732) aufgefunden wurden, sind nur zufällige Gäste.

Die phosphorsaure Kalk- und Talkerde, beide sind fast unzertrennliche Begleiter, finden sich in allen organischen Formbestandtheilen in größerer oder geringerer Menge. Sie erscheinen fast überall an organische Stoffe, namentlich an eiweißartige Körper gebunden, nur die Knochen und der Harn machen hiervon eine Ausnahme. In den meisten Fällen ist die Kalkerde vorwiegend, in der Fleischflüssigkeit dagegen die Magnesia. Für den Entwicklungsproceß der Blasteme, für die Entstehung der Zellen und deren weitere Metamorphosen sind die an Eiweiß gebundenen Erdphosphate von hoher Wichtigkeit[1]). Ueberall wo eine energische Zellbildung sich wahrnehmen läßt, findet man sie in großer Menge; wo diese fehlt, treten auch sie zurück.

Neben den Erdphosphaten enthält der Organismus in geringerer Menge Kalkerde, die an organische Substanzen gebunden zu sein scheint. Sie wird in der Asche als kohlensaure Kalkerde gefunden. In den Knochen ist sie als letztere bereits präformirt.

Der Verbrauch an Erdphosphaten verhält sich im Allgemeinen proportional dem Wechsel der organischen Substanz. Sie werden in demselben Maaße durch die Nieren ausgeschieden, in welchem die organischen Stoffe, mit denen sie verbunden waren, metamorphosirt werden. In pathologischen Zuständen, wie bei Rhachitis, Ostenmalacie u. s. w. scheint sich dies Verhältniß zu ändern.

Die Zufuhr der Erden wird durch die meisten unserer Nahrungsstoffe vermittelt: es giebt deren kaum, welche sie nicht enthielten. Ihre Aufnahme ist jedoch an bestimmte Bedingungen geknüpft, weshalb in der Regel nur der geringere Theil aufgenommen wird, während der bei weitem größere mit den Excrementen wieder austritt. Wir werden bei der Verdauung diese Verhältnisse genauer feststellen.

Die Kieselerde wird in der löslichen Modification, in welcher sie in manchen Vegetabilien vorkommt, eingeführt. Das Fluorcalcium in Spuren neben den Erdphosphaten. Beide sind nur in einzelnen Gebilden in wägbarer Menge vorhanden. Das Fluorcalcium im Zahnschmelz, die Kieselerde in den Haaren und Federn. In den letzteren nimmt ihre Quantität zu, je reicher die Nahrung an Kieselerde ist: sie ist daher am beträchtlichsten bei den Granivoren. (Gorup-Besanez, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 66.)

Das Eisen als integrirender Theil des Hämatins ist für die Blutbereitung ein unersetzliches Postulat. Dasselbe findet sich, wie im Ei und in der Milch, in spärlicher Menge in den meisten Nahrungsstoffen. Seine An- und Abwesenheit, welche bei den Vegetabilien nach den Bodenverhältnissen zu schwanken scheint, verdient eine sorgfältigere Berücksichtigung, als sie bisher gefunden hat. Daß bei vollkommener Abwesenheit desselben die Bildung der Blutkörperchen sistiren, ein anämischer Zustand sich ausbilden müsse, versteht sich nach dem Angedeuteten und den gegentheiligen Erfahrungen, welche wir über die medicinische Anwendung dieses Metalls besitzen, von selbst. Dasjenige was wir über sein Vorkommen in den verschiedenen Nahrungsstoffen wissen, wird weiter unten berührt werden. Eine genauere Beachtung dieses Punktes dürfte für die Aetiologie mancher leucophlegmatischer Zustände nicht ohne Resultate bleiben.

Im Allgemeinen ergiebt sich aus diesen kurzen Andeutungen, daß die anorganischen Substanzen der Nahrung in demselben Grade unsere Beach-

---

[1]) Vergl. C. Schmidt. Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere. S. 44 u. 55 ff.

tung verdienen, wie die organischen. Sie sind dem lebenden Organismus nicht entbehrlicher, als diese. Die sorgfältige Regulirung ihrer Zufuhr ist für die Diätetik eine wichtige Aufgabe. Dieselbe wird dadurch erleichtert, daß die hauptsächlichsten Repräsentanten dieser Gruppe, das phosphorsaure Alkali, die Erdphosphate und das Eisen gewöhnliche Begleiter der Proteinstoffe sind, daß also mit der Berücksichtigung dieser zugleich für jene gesorgt ist. Eine genauere Feststellung ihres Vorkommens wird hierfür den Beweis liefern und uns zugleich auf den Standpunkt stellen, ihre Zufuhr zu überwachen. Manche diätetische Mißgriffe wie der, den Säuglingen die Muttermilch durch Salep, Arrowroot und ähnliche Substanzen zu ersetzen, welche, auch abgesehen von ihrem Mangel an Eiweiß, weder Erdphosphate für die Entwicklung der Knochen, noch Eisen für die des Bluts enthalten, würde bei Berücksichtigung dieser Verhältnisse nicht möglich gewesen sein.

B. Organische Nahrungsstoffe.

Die organischen Bestandtheile der Milch, welche wir der Beschreibung dieser Classe von Nutrimenten zu Grunde legen, bestehen aus drei wesentlich verschiedenen Substanzen, von denen nur die eine Stickstoff enthält, die beiden anderen aber nicht. Alle drei finden in den gewöhnlichen Nahrungsmitteln, wie wir sie täglich genießen, zahlreiche Vertreter, die der Hauptsache nach vollkommen mit ihnen übereinstimmen. Wir erhalten auf diese Weise drei größere Gruppen, in welche sich mit wenig Ausnahmen sämmtliche organische Nahrungsstoffe naturgemäß ordnen lassen. Die erste dieser Gruppen, welche dem Casein der Milch entspricht, bilden

a. die eiweißartigen Körper,
die Proteinstoffe, die Blutbilder, Hämatogeneten.

Sie finden sich in großer Verbreitung im ganzen Pflanzen- und Thierreich. Bei den Thieren gehen sie theils in unveränderter, theils dagegen in metamorphosirter Form in die Zusammensetzung aller bei der Lebensthätigkeit direct betheiligter Organe ein. Die Bestandtheile des Bluts, insbesondere des Plasmas desselben, gehören mit wenig Ausnahmen zu diesen Substanzen. Bei dem Nutritionsproceß, welchen das letztere vermittelt, indem es die Gefäßwände überschreitet und die Gewebe durchtränkt, sind sie vorzugsweise betheiligt. Alle Blasteme oder Keime der Neubildung, soweit sie bis jetzt chemisch verfolgt werden konnten, bestehen dem größerem Theile nach aus Materien dieser Gruppe. In derselben Weise wie im thierischen Organismus finden sich diese Verbindungen weit verbreitet in der Pflanzenwelt. Sie besitzen hier dieselbe Zusammensetzung und nahezu dieselben Eigenschaften, welche sie dort haben. Die geringen Unterschiede, welche sich wahrnehmen lassen, sind untergeordneter Art: für die Ernährung können sie in derselben Weise verwandt werden, wie die entsprechenden thierischen Stoffe. Die hohe Bedeutung der eiweißartigen Materien für das vegetative Leben ist hiernach begreiflich und auch längst anerkannt. Die Aufmerkkeit der Chemiker hat sich ihnen daher auch vorzugsweise zugewandt, leider nicht mit dem Erfolge, welcher dem Bedürfniß physiologischer Forschung völlig genügen konnte. Die zahlreichen Elementaranalysen, welche angestellt wurden, haben zwar die procentische Zusammensetzung festgestellt, sie haben gleichzeitig dargethan, daß die einzelnen Glieder dieser Gruppe, das Albumin,

Casein, Globulin, Fibrin, ungeachtet der Verschiedenheit ihrer physikalischen Eigenschaften, überall nahezu dieselbe sei: allein die wahre chemische Constitution derselben, von welcher die Gesetze der weitern Umwandlung sowohl bei der Gewebebildung, bei der Entstehung der leimgebenden Gewebe, der Horngebilde u. s. w., als auch bei ihrem Zerfallen zu Excretionsproducten zu Harnstoff, Harnsäure ꝛc. abhangen, blieben gänzlich unbekannt. Um eine Anschauung von ihrer procentischen Zusammensetzung zu geben, theilen wir hier die des Eiweißes mit: $C_{53}\,H_7\,N_{15}\,O_{22}\,S_{1/6}$. Sie paßt im Wesentlichen auch für die übrigen. Nur das Fibrin macht hier eine Ausnahme. Sein Stickstoffgehalt wurde in den meisten Analysen (Gay-Lussac, Thénard, Michaelis, Vogel u. s. w.) größer gefunden. Außer den gewöhnlichen vier Elementen enthalten alle hierher gehörigen Substanzen Schwefel in organischer Verbindung, wovon ein Theil mit großer Leichtigkeit, ein anderer aber sehr schwer sich abscheiden läßt. Durch Auflösung in mäßig starker Kalilauge werden sie in der Weise zersetzt, daß sich Schwefelkalium und dithionigsaures Kali bildet, während aus der Auflösung durch Essigsäure alles Organische in Gestalt einer gelatinösen, noch schwefelhaltigen Masse (Mulder's Protein) gefällt wird[1]). Ob einige außerdem noch Phosphor enthalten, ist noch nicht genügend festgestellt. In die Zusammensetzung der eiweißartigen Körper gehen endlich noch mehr Procente phosphorsaurer Kalkerde ein, deren gänzliche Abscheidung nicht ohne Zerstörung der organischen Substanz möglich ist. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß die in Rede stehenden Körper zu den gepaarten Verbindungen gehören, daß ihre Constitution in ähnlicher Weise gedacht werden müsse, wie die der Fette, nur mit Unterschiede, daß sie aus mehr als zwei organischen Verbindungen bestehen, von welchen zwei Schwefel enthalten. In der einen derselben findet sich der Schwefel locker gebunden wie im Cystin, in der andern dagegen fester wie im Taurin.

In vollkommen reinem Zustande sind alle diese Stoffe unlöslich in Wasser. Um sie in Auflösung zu erhalten ist eine gewisse Menge freien Alkalis nöthig, mit welchem sie, die Stelle einer Säure übernehmend, sich verbinden. Außerdem tragen zu ihrer Löslichkeit die Mittelsalze, das Chlornatrium und besonders das phosphorsaure Alkali bei (vergleiche oben die anorganischen Nahrungsstoffe). Durch die Nachweisung dergleichen Zusammensetzung aller Proteinstoffe leistete die Chemie der Physiologie der Ernährung einen wesentlichen Dienst. Einestheils wurde nämlich der Uebergang des einen dieser Stoffe in einen andern, des Käsestoffs der Milch in das Eiweiß des Blutserums, in das Globulin der Blutkörperchen u. s. w., hierdurch begreiflicher, anderntheils verlor die Ernährung mit vegetabilischen Nutrimenten das Wunderbare, welches sie früher besaß, als die Identität des Klebers im Brote und des Faserstoffs im Blute noch unbekannt war. Leider konnte eine andere Frage, welche sich hier direct anschließt, nämlich die: weshalb die physikalischen Eigenschaften bei der Gleichheit der elementaren Zusammensetzung so verschieden sind, auf welche Weise also der Uebergang eines dieser Stoffe in einen anderen möglich wird, nicht beantwortet werden. Die Versuche, welche zu diesem Ende gemacht wurden, mißlangen: die Er-

[1]) Ueber die Mengenverhältnisse des Schwefels in den eiweißartigen Stoffen lauten die Angaben nicht ganz übereinstimmend, vergl. die Analysen von Mulder, Rüling, Verdeil, Walther und Schlieper in den Ann. der Chemie und Pharm. Bd. 58. S. 301—378.

klärung jener Thatsache durch die Annahme einer ungleichen Ordnung der Elemente oder durch den verschiedenen Gehalt an Schwefel und Phosphor, oder endlich durch die Ungleichheit der anorganischen Bestandtheile blieb bis jetzt ohne genügende thatsächliche Begründung[1]).

Was das Vorkommen der eiweißartigen Materien in den verschiedenen Nahrungsmitteln betrifft, so finden sich dieselben in fast allen Producten des Pflanzen- und Thierreichs: ihre Menge ist jedoch sehr verschieden. Bei der Wichtigkeit, welche sie für die Ernährung haben, bestimmt ihre Quantität hauptsächlich den Nutritionswerth der Alimente, um so mehr, als andere für den Lebensproceß wichtige Verbindungen, wie die Erdphosphate und die phosphorsauren Alkalien ihre constanten Begleiter sind.

Als Anhang zu den eiweißartigen Körpern haben wir uns noch mit einer Substanz zu beschäftigen, deren Nutritionswerth die verschiedenartigste Deutung erfahren hat, nämlich mit der

Gelatine (Glutin, Gallert, Leim).

Es giebt keinen Nahrungsstoff, dessen Beziehungen zur Ernährung man so häufig auf experimentellem Wege geprüpft hätte, als die Gelatine. Schon im Jahre 1679 empfahl Dionis Papin[2]) die Knochengallerte, zu deren Bereitung er in seinem Digestor einen zweckmäßigen Apparat erfunden hatte, als eine gute, bisher größtentheils unbenutzt gebliebene Nahrung. Er fand wenig Anklang. Erst später, als durch die Bemühungen von Proust, Darcet, Cadet de Vaux u. A. die Gewinnung derselben erleichtert war, begann man sie in Armenanstalten, Hospitäler einzuführen, von wo aus sie allmählich in die verschiedenen Classen der Gesellschaft überging. Man verstand sich dazu um so eher, als A de Puymaurin[3]), gestützt auf seine Erfahrungen in der Pariser Münzanstalt ihren Gebrauch rühmte und eine Commission der französischen Akademie der Wissenschaften[4]) ihre nährenden Eigenschaften bestätigte. Diese günstige Meinung von der Nährkraft der Gelatine wurde indeß beträchtlich geschmälert, als Donné die Frage von Neuem aufnahm und durch Versuche beleuchtete. Er gab dadurch das Signal zu zahlreichen Reihen von Experimenten, welche den Nutritionswerth des Leimes immer mehr in ein zweifelhaftes Licht brachten. Donné versuchte die gewöhnliche Nahrung durch eine entsprechende Menge Brot und Gelatine zu ersetzen, sowohl bei sich selbst, als auch bei Hunden. Die Folge war beständiges Gefühl von Hunger und eine reißende Abnahme der Kräfte. Die Thiere verweigerten bald den Genuß der Gallerte vollständig und gingen zu Grunde. Er schloß daher, daß die Gelatine, wenn ihr überall nährende Eigenschaften zugeschrieben werden könnten, doch kein gutes Nahrungsmittel sei. Die Folge davon war, daß im Hotel Dieu die Anwendung dieser Substanz aufhörte.

1832 begannen Edwards und Balzac[5]) die Sache von Neuem zu

---

[1]) Mulder hält nach seinen neuesten Untersuchungen die verschiedenen eiweißartigen Stoffe für Verbindungen von Protein ($C_{36} H_{25} N_4 O_{10}$) mit ungleichen Mengen von Sulfamid und Phosphamid (SNH_2 und PNH_2) Scheikundige Onderzoekingen IV. S. 195.

[2]) L'art d'amollir les os. Paris 1721.

[3]) Mém. sur l'application du procedé de M. Darcet à la nourriture des ouvriers de la monnaie des medailles etc. Paris 1820.

[4]) Vergl. deren Rapport in Ann. de Chim. et de Phys. Tom. 92.

[5]) Mém. sur les propriétés aliment. de la Gelatine. Ann. des scienc. natur. 1832. Juillet p. 318.

prüfen. Sie fütterten junge Hunde ausschließlich mit Brot und Gallerte. In einigen Fällen nahmen die Thiere an Gewicht zu, während sie, wenn ihnen dieselbe Portion Brot allein gereicht wurde, daran verloren. Später wurden sie indeß mager und elend und starben, wenn man diese Diät längere Zeit fortsetzte. In anderen Fällen nahmen die Thiere von vorne herein ab, es war jedoch diese Abnahme größer bei alleiniger Anwendung des Brotes, als bei gleichzeitigem Zusatz der Gelatine. Wurde statt der Gallert dem Brote Bouillon zugesetzt, so erholten sich die Hunde rasch wieder, auch wenn sie schon weit heruntergekommen waren. Die beiden Forscher zogen aus ihren Beobachtungen den Schluß, daß die Gelatine zwar nährende Eigenschaften besitze, indeß in Verbindung mit Brot zur Erhaltung des Lebens nicht ausreiche. Dies sei der Fall, sobald beiden eine geringe Menge Fleischbrühe zugesetzt werde.

Zur Prüfung dieser im Interesse der Humanität so wichtigen Frage wurde nun von der Akademie eine neue Commission ernannt, welche zahlreiche Versuche anstellte und 1841 durch Magendie ihr Gutachten abstatten ließ. In der ersten Reihe von Experimenten wurden Thiere theils mit Gallert gefüttert, theils ohne alle Nahrung gelassen: beide starben fast gleichzeitig. In einer zweiten wurde Gelatine theils mit Brot, theils mit Bouillon, theils mit Fleisch gereicht.

In allen Fällen blieb es gleichgültig, ob man große oder kleine Quantitäten von Gallert zusetzte, die Thiere gingen zu Grunde.

Die Commission hielt sich für berechtigt, als Resultate ihrer Beobachtungen folgende Sätze hinzustellen. 1) Die Gelatine allein oder vermischt mit Bouillon ist für die Erhaltung des Lebens ungeeignet. 2) In einer bestimmten Proportion der Nahrung zugesetzt, verbessert sie dieselbe nicht, sondern macht sie unzureichend. 3) Man kann durch kein bekanntes Verfahren aus den Knochen einen Nahrungsstoff ziehen, welcher allein oder in Verbindung mit anderen Substanzen das Fleisch zu ersetzen vermöchte.

Allen bisher berührten Versuchen kann man in der vorliegenden Frage leider keine genügende Beweiskraft zuschreiben, weil der genaueren Verhältnisse des Stoffverbrauchs und des daraus resultirenden Bedürfnisses für den Wiederersatz keine Rechnung getragen wurde. In keinem Falle wurde eine Analyse der neben der Gelatine angewandten Nahrung angestellt. Es bleibt daher zweifelhaft, ob in derselben alle zum Bestehen des Lebensprocesses unerläßlichen Substanzen organischer wie anorganischer Art vorhanden waren. Dies war vorher nachzuweisen und erst dann konnte man dieselbe, theils für sich, theils mit Gelatine reichen. So wie man verfuhr, konnte nicht entschieden werden, weshalb die Ernährung unvollständig blieb, ob weil die eine oder die andere der erforderlichen organischen oder anorganischen Verbindungen nicht in genügender Menge zugegen war, oder weil die Gelatine überhaupt keine nährenden Eigenschaften besitzt. Es sind diese Bedenken um so begründeter, als man weiß, daß das Brot, welches in der Regel neben der Gelatine gegeben wurde, obgleich es reich an eiweißartigen Stoffen und Kohlehydraten ist, für sich nicht zur Ernährung ausreicht, als man ferner weiß, daß in demselben Natron in der Regel sehr spärlich vorhanden ist, Chlormetall aber nur so viel, als man willkührlich zusetzt. Außerdem ist nicht außer Acht zu lassen, daß die Thiere in dem Keller des Collège de France unter sehr ungünstigen Verhältnissen, der Bewegung und der freien Luft beraubt, gehalten wurden. Wir können aus diesen Gründen das ab-

sprechende Urtheil über den Nutritionswerth der Gelatine nicht als hinreichend motivirt annehmen.

Auf einem ganz anderen Wege als die bisherigen Forscher glaubten Claude Bernard und Barreswil die vorliegende Frage entscheiden zu können. Sie fanden nämlich, daß die wahren Nahrungsstoffe, wie Eiweiß, Zucker rc., wenn sie mit Magensaft digerirt und sodann in die Venen injicirt würden, im Harn nicht wieder erschienen, daß dies dagegen mit der Gelatine constant der Fall sei. Sogar die von ihnen als Speise genossene Gelatine wollten sie in ihrem Harn wieder gefunden haben. Sie schlossen daraus, daß der eingeführte Leim im Organismus überall keine Verwendung finde. Eigene Versuche, welche von mir zur Constatirung dieser Angaben gemacht wurden, führten zu einem entgegengesetzten Resultate. Sehr große Quantitäten von Gallerte wurden zu wiederholten Malen verzehrt, allein niemals ließ sich auch nur die geringste Spur davon im Harn wieder finden.

Eine eigenthümliche Ansicht über die nutritive Bedeutung der Gelatine stellte Liebig auf [1]). Er glaubt nämlich annehmen zu dürfen, daß dieselbe zur Bildung von Zellen und Membranen verwandt werde, mit denen sie ihrer Zusammensetzung nach übereinkomme. Mulder [2]) schreibt ihr ebenfalls nährende Eigenschaften zu, jedoch in einem anderen Sinne, wie Liebig. Sie soll nämlich durch ihre Gegenwart im Blute den Umsatz der leimgebenden Gewebe vermindern und so indirect zur Erhaltung des Organismus beitragen.

Die Bedeutung der Gallerte als Nahrung ist jedenfalls eine beschränkte. Vermöge ihrer abweichenden chemischen Constitution ist sie zum Ersatz der verbrauchten eiweißartigen Stoffe untauglich. Ebenso wenig kann sie zur Bildung von leimgebenden Geweben dienen, weil diese secundäre Producte sind, welche in den ersten Stadien ihrer Entwickelung als Blastem, Zellen u. s. w. niemals aus Leim bestehen, sondern soviel wir bis jetzt wissen, immer den Ausgangspunkt ihrer Evolution von den Proteinstoffen nehmen. Die Mulder'sche Ansicht ist unklar und beruht auf Voraussetzungen, die selbst erst des Beweises bedürfen. Gegen die Meinung der französischen Physiologen, welche ihre vollkommene Unbrauchbarkeit dargethan zu haben glauben, spricht der Umstand, daß die eingeführte Gelatine niemals als solche wieder ausgeschieden wird. Sie muß also während ihres Aufenthalts im Organismus gewisse Metamorphosen erleiden, die für den Stoffwandel nicht gleichgültig sind und die allein Aufschluß über ihren Nutritionswerth geben können. Nach großen Gaben von Gallert sah ich constant den Harn sehr saturirt werden: sein specifisches Gewicht stieg von 1018 auf 1030 bis 1034. Leucin und Glucin, nach welchen gesucht wurde, konnten nicht darin entdeckt werden; dagegen zeigte sich der Harnstoff auffallend vermehrt. Die Gelatine erleidet also dieselbe Verwendung, wie die überschüssig eingeführten Proteinstoffe (vergl. S. 663), sie giebt den größern Theil ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs für die Zwecke der Respiration ab, während ihr Stickstoff in Form von Harnstoff austritt. Sie hat also nur die untergeordnete Bedeutung eines Respirationsmittels, sie kann einen Theil der stickstofflosen Nahrungsstoffe der Kohlehydrate und Fette vertreten, niemals aber die bei weitem wichtigeren eiweißartigen Verbindungen ersetzen.

---

[1]) Physiol. und pathol. Chem. S. 100 u. 101.
[2]) Versuch einer allgem. physiol. Chemie. S. 590.

Hiermit in Einklang stehen die Beobachtungen der einzelnen Forscher: die temporäre Gewichtszunahme der Thiere bei Fütterung mit Brot und Gelatine, ihre spätere Abmagerung und der Tod wegen ungenügender Zufuhr eiweißartiger Stoffe. Die praktisch wichtige Frage, ob die Gelatine als Nahrungsmittel die nicht unbeträchtlichen Kosten der Bereitung lohne, ob es mit andern Worten rathsam sei, in Armenanstalten, Hospitälern rc. sie darstellen und anwenden zu lassen, glaube ich hiernach verneinen zu müssen. —

b. Die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe..

Die fetten Körper und die Kohlehydrate.

In dem von der Nahrung präformirten Nutriment der Milch finden sich außer der eiweißartigen Substanz noch stickstofflose Verbindungen, die Vertreter von zwei größeren durch chemische Constitution und Atomenzahl verschiedenen Gruppen, nämlich der Fette und der Kohlehydrate. Nur die ersteren gehen zum Theil als integrirende Bestandtheile in den Organismus ein, die anderen dagegen konnten ungeachtet ihrer stetigen Zufuhr bisher über den Bereich des Darmcanals hinaus nicht verfolgt werden. Ihre Beziehungen zum Ernährungsproceß sind aus diesem Grunde keineswegs so klar, als die der eiweißartigen Substanzen, welche wir im Blute und in den meisten Organtheilen als solche wieder finden. Für ihre Verwendung im organischen Haushalt giebt es drei Möglichkeiten:

1) Sie werden nach ihrem Uebergange ins Blut sofort durch den mittelst der respiratorischen Bewegungen zugeführten Sauerstoff oxydirt und in Form von Kohlensäure und Wasser wieder ausgeschieden.

2) Sie verwandeln sich in Fette und finden wir diese ihre Verwendung.

3) Sie vereinigen sich mit stickstoffreichen Producten des Stoffwandels zu eiweißartigen Verbindungen und werden als solche verwandt.

Wir haben bereits oben S. 664 im Abschnitte über den Stoffwandel nachgewiesen, daß die Gründe, welche man für die dritte Annahme anführen konnte, nur scheinbare sind, daß ferner die Quantität der Harnstoffausscheidung bei vollkommen stickstofffreier Diät verglichen mit der bei abgeschnittener Zufuhr auf das Bestimmteste gegen dieselbe sprechen. Es bleiben uns also nur die erste und zweite Annahme übrig. Von der zweiten ist in neuerer Zeit dargethan, daß sie unter bestimmten Verhältnissen, wenn die Zufuhr der Kohlehydrate beträchtlich ist, wirklich stattfindet. Die directe sofort, nach ihrem Uebergange ins Blut eintretende Verwendung der Kohlehydrate für die Zwecke der Respiration ist bis jetzt noch nicht in seinen einzelnen Momenten mit absoluter Gewißheit nachgewiesen. Wir kennen noch nicht die ganze Reihe von Metamorphosen, welche die Kohlehydrate bis zu ihrer endlichen Oxydation zu durchlaufen haben. Es bleibt daher auch die Ansicht, nach welcher sie immer zuerst in Fette verwandelt und in dieser Form weiter verwendet würden, statthaft. Berücksichtigen wir jedoch, daß, wie oben bewiesen wurde, die überschüssigen eiweißartigen Materien nach ihrem Eintritt ins Blut sogleich den größeren Theil ihres Kohlen- und Wasserstoffs für die Respiration hergeben, daß überhaupt im Blute Oxydationsprocesse vorwiegen, so müssen wir uns zu der Annahme verstehen, daß jene Umwandlung der Kohlehydrate zu Fett, welche immer eine Desoxydation voraussetzt, nur unter bestimmten Umständen stattfinde, und daß in der Re-

gel diese Substanzen sofort zur Unterhaltung der respiratorischen Functionen verbraucht werden.

1. Die fetten Körper.

Sie finden sich in ansehnlicher Menge in der Milch aller Thiere und beurkunden dadurch, daß sie an dem Nutriotinsproceß wesentlichen Antheil haben. Ihre Verwendung im Organismus ist eine mehrfache. Daß manche Gewebe größtentheils daraus bestehen, ist bekannt. Außerdem erscheinen sie, wenn auch in geringerer Menge, in allen Organen und betheiligen sich bei deren Entwickelung. Schon im rohen Blasteme zeigt uns das Mikroskop zahlreiche Fetttröpfchen; bei der weiteren morphologischen Differenzirung der Kernbildung und der Entstehung von Zellen combinirt sich das Fett in einer noch nicht genügend erkannten Weise mit den eiweißartigen Substanzen und wirkt so auf die Formbildung ein. Ohne Fett scheint die letztere nicht möglich zu sein. Die Art und Weise, wie das Fett im Magen und Darmcanal sich bei der Umwandlung mancher Stoffe namentlich der Amylacea betheiligt, werden wir später berücksichtigen.

Die Ausscheidung der Fette erfolgt größtentheils [1]) erst nach ihrer vollständigen Oxydation zu Kohlensäure und Wasser, wozu sie wegen ihres Reichthums an Kohlenstoff (die gebräuchlichsten Fette enthalten 73 bis 75 Proc. C.) eine große Menge Sauerstoff bedürfen. Geht die Oxydation bei übermäßigem Fettgenuß unvollkommen vor sich, so wird nicht selten ein Theil in Form der sauerstoffreicheren Fettsäuren, der Buttersäure, Caprylsäure u. s. w. durch die Haut als übelriechende Ausdünstung ausgeschieden.

Das Fett, wie es im Organismus vorkommt und durch die Nahrung zugeführt wird, ist ein Gemenge mehrerer fetter Körper, die theils fest, wie das Stearin und Margarin, theils dagegen flüssig sind, wie das Elain. Die einzelnen derselben sind keine einfachen organischen Stoffe, sondern gepaarte Verbindungen. Alle bestehen aus einer fetten Säure und einem Paarling, welcher für sich nicht isolirt werden kann, sondern im Momente seiner Trennung von der Säure die Elemente des Wassers aufnimmt und so zu einem anderen Körper wird. Der Paarling ist in allen hier in Betracht kommenden Fettarten des Lipyloxyd $C_3 H_2 O$, welches bei seiner Trennung von der Säure in Glycerin $C_6 N_7 O_5$ übergeht. Die fetten Säuren sind theils feste, theils ölartige Körper: die meisten derselben enthalten C und H in einer gleichen Anzahl von Aequivalenten und sind so zusammengesetzt, daß sie als Verbindungen von 4 Atom O mit 8, 10, 12 . . 36 Aequivalenten CH betrachtet werden können. Dieselben Fettarten, welche im Organismus vorkommen, finden sich schon als solche in der Nahrung: einzelne Abweichungen von dieser Regel machen in Bezug auf ihre Erklärung keine Schwierigkeit, weil der Uebergang derselben von einer Fettart zur andern durch oxydirende und reducirende Einflüsse vermittelt werden kann. Nicht immer entspricht jedoch die directe Fettzufuhr der Menge, welche wirklich im lebenden Körper gebildet wird. Für diese Fälle ist durch Liebig's Versuche [2]) dargethan, daß auch andere Stoffe, namentlich die Kohlehydrate zu ihrer Bil-

---

[1]) Der Verlust, welcher durch das fettige Secret der Talgdrüsen vermittelt wird, ist nicht hoch anzuschlagen.

[2]) Vergl. Artikel Fettbildung im Handwörterb. der Chemie von Poggendorf, Liebig und Wöhler.

dung die Elemente liefern können. Die Art und Weise, wie eine solche Umwandlung vor sich geht, die Verfolgung der einzelnen Momente derselben beim Verdauungsproceß wird uns später beschäftigen.

2. Die Kohlehydrate.

Sie haben im lebenden Organismus keinen Repräsentanten[1]). Ihre Zufuhr als Nahrung ist demungeachtet sehr beträchtlich. In der Milch finden sie sich constant durch den Milchzucker vertreten. Alle zu dieser Gruppe gehörigen Stoffe enthalten C H und O in dem Verhältniß, daß die beiden letzteren gerade Wasser bilden. Sie können daher als Hydrate von Kohlenstoff betrachtet werden. Es giebt eine große Reihe dieser Verbindungen, welche sich nur durch wenig Aequivalente Wasser von einander unterscheiden. Viele von ihnen können durch Abgabe oder Aufnahme derselben in andere umgewandelt werden. Im Pflanzenreich spielen sie eine große Rolle; die Grundlage der meisten Formbestandtheile desselben bilden die Kohlehydrate. In allen vegetabilischen Nahrungsmitteln finden sich daher mehre Vertreter dieser Gruppe; viele derselben verdanken ihnen hauptsächlich ihren Nutritionswerth. Die einzelnen hierher gehörigen Verbindungen sind folgende:

a. Die Stärke.

Das Amylum $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$. Sie ist außerordentlich verbreitet in fast allen zur Nahrung verwendbaren vegetabilischen Substanzen, in dem Samen aller Getreidearten, der Hülsenfrüchte, ferner in vielen Wurzeln, den Kartoffeln, im Stamm mancher Palmen u. s. w. Die Sago, Cassava und das Arrowroot bestehen der Hauptsache nach aus Stärke. Sie findet sich in Gestalt von Kügelchen im Inneren der Pflanzenzellen. Jedes Korn ist mit einer dichten Hülle umgeben, welche beim Kochen gesprengt wird. In kaltem Wasser ist die Stärke vollkommen unlöslich, in heißem quillt sie auf und bildet eine unvollkommene Lösung, aus der sie sich beim Erkalten im kleisterartigen Zustande wieder abscheidet. Als solche kann sie daher nicht in den Organismus aufgenommen werden, sie bedarf der Umwandlung in lösliche, für die Resorption geeignete Materien, zu der sie auch eine große Neigung besitzt. Es ist bekannt, daß sie durch Kochen mit schwefelsäurehaltigem Wasser in eine gummiähnliche, in Wasser lösliche Substanz, das Dextrin, welches noch die Zusammensetzung der Stärke hat, verwandelt wird. Durch längere Einwirkung der Schwefelsäure nimmt sie die Elemente von Wasser auf und wird zu Traubenzucker $C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$. Dieselbe Metamorphose erleidet sie unter dem Einfluß von stickstoffhaltigen, in Umsetzung begriffenen Substanzen, wie dem Diastas in der gekeimten Gerste und beim Verdauungsproceß unter dem des Speichels, des Magensaftes, der Darmflüssigkeit u. s. w.

b. Der Zucker.

Als Nahrungsstoffe sind zwei Arten von Zucker gebräuchlich, der Rohrzucker und der Traubenzucker: eine dritte Zuckerart, der Fruchtzucker, welcher nur in der Flüssigkeit durch sein eigenthümliches Verhalten zum

[1]) Das temporäre Vorkommen des Zuckers im Secrete der Brustdrüse und das pathologische im Blute und in den Absonderungen bei Diabetes mellitus bilden die einzigen Ausnahmen.

polarisirten Licht erkennbar ist, scheint eine Modification des zweiten zu sein; in welchen er mit großer Leichtigkeit übergeht. Der Rohrzucker besteht im wasserfreien Zustande aus C_{12} H_{10} O_{10}; beim Krystallisiren nimmt er ein Atom Wasser auf. Durch Einwirkung von Hefe verwandelt er sich in Traubenzucker C_{12} H_{12} O_{12}. Dieselbe Umwandlung erleidet er unter dem Einflusse vieler stickstoffhaltiger, in Umsetzung begriffener Materien, im Magen und Darmcanal unter dem der Dauungsfermente. Aller eingeführte Rohrzucker wird daher als Traubenzucker verwandt und geht als solcher diejenigen Metamorphosen ein, welche wir später zu verfolgen haben werden. Wir berühren hier kurz diejenigen, welche der Zucker außerhalb des Organismus unter ähnlichen Verhältnissen einzugehen pflegt, weil sie verhältnißmäßig genau erforscht sind und daher die sichersten Anhaltspunkte für die schwerer zugänglichen physiologischen Processe geben. Stickstoffhaltige Körper, deren Elemente in Umsetzung begriffen sind, veranlassen, wenn sie mit Zucker in Berührung gebracht werden, bestimmte Metamorphosen desselben, welche sich verschieden gestalten, je nach der Art der Umsetzung der ersteren. Bei Anwendung von Hefe sind die Producte, wie bekannt, Alkohol und Kohlensäure, bei der von faulendem Getreidekleber oder anderen eiweißartigen Verbindungen nimmt der Proceß eine andere Richtung. Die Flüssigkeit wird zähe und schleimig, sie enthält jetzt eine Substanz mit den Eigenschaften und der Zusammensetzung des Gummi's, ferner Milchsäure und Mannit. Unterstützt und beschleunigt wird dieser Vorgang durch die Gegenwart fetter Körper, wie von Lehmann[1]) nachgewiesen wurde.

Dauert die Einwirkung des Gährungserregers lange fort, so beginnt eine weitere Umsetzung, welche Pelouze und Gélis[2]) zuerst genauer verfolgten. Unter Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoffgas verwandelt sich nämlich die Milchsäure in Buttersäure. Es findet sich also in dieser Weise ein Uebergang von den Kohlenhydraten zu den fetten Stoffen. Bedingungen dieser Umwandlung sind die Gegenwart einer Base, wodurch die freie Säure gesättigt wird, und eine Temperatur von 10 bis 14°. Diese Metamorphose von Kohlehydraten in Buttersäure sah Scharling[3]) bei der Gährung von Kartoffelkleie, Lucian Bonaparte bei der Zersetzung von Getreide, welches im Seewasser eines Schiffskiels lag: hier bildete sich gleichzeitig die ebenfalls zu den fetten Säuren gehörige Baldriansäure. Erdmann und Marchand[4]) haben bei der Gährung verschiedener Samen von Weizen, Bohnen ꝛc. unter Wasser die Bildung der Buttersäure beobachtet. Anfangs entwickelte sich hierbei reine Kohlensäure, später Kohlensäure und Wasserstoffgas, ein Volumenverhältniß von 1:1, sodann von 2:1 und endlich von 3:1.

c. Cellulose C_{24} H_{21} O_{21}.

Sie besitzt eine ähnliche Verbreitung, ja man darf wohl sagen, eine noch größere, als die Stärke. Als materielle Grundlage der primären Organe der Pflanzenwelt, der Zellen, kommt sie ohne Ausnahme in allen Pflanzentheilen vor. Wir genießen kein vegetabilisches Nahrungsmittel, ohne eine beträchtliche Menge dieser Substanz in uns aufzunehmen. Ihre chemische

[1]) Simon's Beiträge zur med. Chem. Bd. I. S. 62.
[2]) L'Institut N. 494. 1843. Ann. d. Chim. et d. Phys. III. Sér. T. X. 1076.
[3]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 49. S. 313.
[4]) Journ. f. pract. Chem. Bd. 29. S. 465.

Natur scheint überall dieselbe zu sein. Sie ist jedoch häufig mit incrustirenden Stoffen bedeckt und von andern so durchdrungen, daß ihre vollkommene Isolirung unmöglich ist, weshalb sie dann ein abweichendes Verhalten wahrnehmen läßt. Auch in Bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften, namentlich auf ihre Cohäsion, zeigt sie verschiedene Modificationen. In einem gewissen Aggregatzustande, wie er besonders in jungen Pflanzentheilen gefunden wird, färbt sich die Cellulose wie die Stärke durch Jod blau; in einem anderen gewöhnlicheren Falle tritt diese Bläuung erst nach der Befeuchtung mit concentrirter wasserhaltiger Schwefelsäure ein, in einem dritten endlich auch nach der Anwendung dieser nicht. Diese Verschiedenheiten des Aggregatzustandes der Cellulose sind für ihre Verwendung als Nahrung von Wichtigkeit. Dieselbe ist nämlich, wie wir später genauer nachweisen werden, keineswegs immer den lösenden Agentien der Dauungsorgane zugängig; häufig widersteht sie denselben mit großer Hartnäckigkeit und wird unversehrt wieder ausgeschieden.

Mit concentrirter Schwefelsäure zusammengerieben, verwandelt sie sich in Dextrin, welche durch mehrstündiges Kochen der sauren Flüssigkeit in Traubenzucker übergeführt werden kann.

d. Gummi. $C_{12} H_{10} O_{10} + H$.

Das Gummi ist als Nahrungsstoff von untergeordneter Bedeutung, weil es selten in größerer Menge genossen wird. Als arabisches und Senegalgummi findet es nicht selten eine arzneiliche Anwendung, wodurch ihr Verhalten im Darmcanal einiges Interesse gewinnt. Das Gummi läßt sich nicht in Traubenzucker überführen[1]).

e. Pflanzenschleim. $C_{24} H_{10} O_{19}$.

Seine Anwendung als Nahrung ist ebenfalls sehr beschränkt. Nur der Salep und das Caraghen werden hie und da als Nutrientia für Kinder und geschwächte Individuen in Gebrauch gezogen. Die übrigen Arten wie Traganth-, Leinsamen- und Quittenschleim haben nur eine arzneiliche Bedeutung. Der Schleim findet sich in den Pflanzen als dicke Schicht auf den Zellwandungen abgelagert. Er quillt im Wasser zu einem bedeutenden Volumen auf, ohne sich wirklich zu lösen. Mit Schwefelsäure digerirt verwandelt er sich in Dextrin und Zucker.

Anhang zu den Kohlehydraten.

Das Pectin.

Viel wichtiger als die beiden letzten Stoffe ist als Nahrungsmittel das Pectin, eine Materie, welche in vielen Pflanzentheilen, besonders im Mark der fleischigen Früchte und der Wurzeln in großer Menge abgelagert ist. Seine Zusammensetzung und seine Umwandlungsproducte sind noch nicht mit genügender Sicherheit ermittelt. Wir reihen dasselbe hier an, weil es jedenfalls den Kohlhydraten nahe steht und aus solchen sich bildet, wenngleich noch nicht erwiesen ist, daß es Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse enthält, in welchem sie Wasser bilden.

[1]) Die Angabe von Hasselquist und Lind, nach welcher dem arabischen Gummi ein großer Nutritionswerth zukommt, weil die Araber oft Monate lang davon leben sollen, bedarf einer Berichtigung. Der Kameelmilch, welche mit demselben genossen wird, gebühren die nährenden Eigenschaften.

Von den Pectinstoffen giebt es mehrere Arten, die durch verschiedene physikalische Eigenschaften und geringe Differenzen in der Zusammensetzung sich unterscheiden. In unreifen Früchten findet sich das Pectin in unlöslichem Zustande. Während des Reifens verwandelt es sich unter dem Einflusse der Pflanzensäuren in eine in Wasser lösliche Substanz, welche durch Alkohol in Form einer Gallerte (Pflanzengelée) gefällt wird. Künstlich kann man diese Umwandlung durch Kochen des Gewebes von unreifen Früchten mit verdünnten Säuren hervorrufen. In der Regel findet man beide Formen in den Früchten; nach dem Auspressen derselben gewinnt man durch Kochen aus den Trebern noch eine neue Quantität, die in unlöslichem Zustande vorhanden war. In Alkalien aufgelöst geht das Pectin in die Pectinsäure über, die durch Säuren als dicke Gallerte sich abscheiden läßt und im Wasser vollkommen unlöslich ist.

Alkohol. $C_4\ H_6\ O_2$.

Eine Substanz, deren diätetischer Gebrauch in den verschiedenen Formen spirituoser Getränke eine bedeutende Ausdehnung erlangt hat. Der Beitrag, welchen der Alkohol für den Nutritionsproceß liefert, ist ein untergeordneter. Sein Kohlenstoff und Wasserstoff wird zum Theil[1]) für die Zwecke der Respiration verwandt, wozu er bei seiner großen Neigung zur Oxydation vorzugsweise geeignet ist. Außerdem kann er die Fettbildung fördern, theils direct, theils dagegen indirect durch die Leichtigkeit, mit welcher er den durch die respiratorischen Bewegungen zugeführten Sauerstoff in Anspruch nimmt. Weit hervorstechender ist seine örtlich reizende Wirkung und sein Einfluß auf das Nervensystem; beide sind nach der Form, in welcher er genommen wird, verschieden. Vergl. daher unten Getränke. Die Veränderungen, welche er bei und sogleich nach seiner Aufnahme in den Organismus erfährt, werden wir bei der Verdauung kennen lernen.

Auf diese wenigen Substanzen lassen sich alle bei der Ernährung wesentlich betheiligten Stoffe der Nahrungsmittel zurückführen. Die außerdem noch vorkommenden Materien, wie die vegetabilischen Säuren, die Pflanzenbasen, die krystalliserbaren indifferenten Stoffe, die ätherischen Oele ꝛc. kommen weniger in Anschlag, einestheils weil die Menge, in welcher sie genossen werden, nur gering ist, anderntheils aber, weil ihre chemische Constitution eine Metamorphose, wie sie für die Zwecke der Ernährung erheischt wird, nicht gestattet. Für das Letztere sprechen mehrere Gründe. Zunächst ist ihre Wirkung auf den Organismus nicht die der einfachen Nutrientia, sondern eine mehr oder weniger heftig alterirende. Dies gilt namentlich von den Alkaloiden, sodann von den ätherischen Oelen, welche sämmtlich eine intensive Erregung des Gefäßsystems bewirken, weniger schon von den organischen Säuren, von denen die meisten, wie die Citronensäure, Aepfelsäure ꝛc. kühlende, andere dagegen eigenthümliche Wirkungen, wie die Gerbsäure adstringirende ꝛc. äußern. Ein zweiter noch wichtigerer Grund für die Untauglichkeit der fraglichen Materien zur Ernährung ist der, daß sie sämmtlich schnell wieder aus dem Bereiche des organischen Lebens durch die Secretionsorgane theils in veränderter, theils in unveränderter Form wieder ausgestoßen

---

[1]) Ein großer Theil des Alkohols verdunstet nach seiner Einführung in den Organismus als solcher.

werden. Es ist bereits oben S. 673 das Verhalten der Pflanzensäuren, der Alkaloide und indifferenten krystallisirbaren Stoffe berührt worden. Von den ätherischen Oelen können wir hier noch Einiges nachtragen. Ein Theil derselben verdunstet wegen seiner Flüchtigkeit unverändert durch die Respirationsorgane; ein anderer wird umgewandelt und sodann durch die Nieren ausgeschieden. Das Bittermandelöl nimmt im Organismus Sauerstoff auf und verwandelt sich in Benzoesäure, die sich ihrerseits in Hippursäure umsetzt und als solche entleert wird. Die schwefelhaltigen ätherischen Oele mit dem Allyl ($C_6 H_5$) als Radical, welche im Senf, Meerrettig und Knoblauch häufig als Speisezusätze genossen werden, gehen sehr bald metamorphosirt mit dem Harn wieder ab. Das Senföl ($C_8 H_5 NS_2 = C_6 H_5 + C_2 S_2$) tritt, nachdem es sein Allyl abgegeben hat, als schwefelblausaures Alkali wieder aus. Nach großen Gaben von Rhodallin, der Verbindung von Senföl mit Ammoniak, findet man constant Rhodanammonium im Harn, derselbe färbt sich durch Eisenoxydsalze blutigroth. (Vergl. Wöhler und Frerichs in Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 45. S. 335.)

Die Nahrungsmittel.

Nachdem wir die näheren Bestandtheile der Nutrimente in ihrer elementaren Zusammensetzung und in ihren Beziehungen zum thierischen Organismus berücksichtigt haben, ist es die Aufgabe, das Vorkommen derselben und ihre Mengenverhältnisse in den einzelnen als Nahrungsmittel gebräuchlichen Substanzen nachzuweisen. Wir werden dadurch in den Stand gesetzt, die Bedeutung dieser letzteren für den Ernährungsproceß zu würdigen, ihren Nutritionswerth festzustellen und ihren Einfluß auf die Blutmischung, die Secretionen u. s. w. im Einzelnen zu verfolgen. Wir gewinnen auf diese Weise die Grundprincipien der Diätetik, eines der mächtigsten, leider auch eines der am wenigsten beachteten Hebels der ärztlichen Technik.

Nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch theilt man die Nahrungsmittel je nach ihrem Wasserreichthum in Speisen und Getränke: eine feste Gränze giebt es hier nicht, weil die meisten Getränke feste Nahrungsstoffe enthalten. Eine dritte Kategorie umfaßt die Gewürze, Zusätze, die zur Verbesserung des Geschmacks, zur Bethätigung der Verdauungsorgane und zu anderen Nebenzwecken angewandt werden.

Die Speisen.

Die Nahrungsmittel, wie sie genossen werden, bilden complicirte Gemenge verschiedenartiger Substanzen, deren Mengenverhältnisse nach Sitte, Gewohnheit und Willkühr sehr verschieden ausfallen. Es kann hier nur die Rede sein von den wichtigsten und gewöhnlichsten Nutrimenten, ihrer chemischen Zusammensetzung, ihren beim Verdauungsproceß in Betracht kommenden mechanischen Eigenschaften, sowie endlich den Veränderungen, welche sie bei der Bereitung erleiden.

Wir theilen hierbei, der besseren Uebersicht halber, die Nahrungsmittel nach ihrem Ursprung in animalische und vegetabilische. Der schroffe Unterschied, durch welchen dieselben früher getrennt zu sein schienen, ist zwar durch die Elementaranalyse unserer Tage beseitigt; allein dennoch bleiben Momente genug, welche uns nöthigen, eine Differenz festzuhalten, auf die wir schon durch den verschiedenartigen Bau der Verdauungsorgane bei Fleisch- und Pflanzenfressern hingewiesen werden.

I. Die animalischen Nahrungsmittel.

Die wesentliche Uebereinstimmung, welche in morphologischer und chemischer Beziehung alle höheren Thiere vereinigt, weist uns, wo es sich um den Wiederersatz verloren gegangener Theile handelt, naturgemäß zunächst auf thierische Substanzen. In ihnen finden sich alle Theile vertreten, welche unseren eigenen Leib constituiren, während dem animalischen Leben fremdartige oder feindliche Stoffe nicht zu fürchten sind. Genauer in seine einzelnen Details verfolgt, gestaltet sich jedoch dies Verhältniß weniger günstig, als man auf den ersten Blick glauben sollte. Abgesehen davon, daß die Auflösung der einzelnen Theile animalischer Producte, von der ihre Aufnahme in's Blut abhängt, nicht immer in dem Grade realisirt wird, welchen man gewöhnlich annimmt, z. B. bei den Muskelfasern des Fleisches, gestatten die Gesetze der Nutrition nur bei sehr wenigen dieser Substanzen eine vollständige Verwendung zum Wiederersatz. Der Ernährungsproceß ist nämlich an eine bestimmte morphologische und chemische Entwicklungsreihe gebunden, welche ihren Ausgangspunkt, so viel wir bis jetzt wissen, immer von einer bestimmten Combination eiweißartiger Körper mit Fett und Kalksalzen nimmt, in welche aber bereis weiter metamorphosirte Stoffe wie Leim, Horngewebe u. s. w. als solche nicht eintreten können. An eine Umwandlung der genossenen Gallert in Bindegewebe und Knochen, des Fleisches in Muskelfasern u. s. w. ist daher nicht zu denken.

Ein zweiter hier nicht zu übersehender Punkt ist der, daß der thierische Haushalt außer den zum Wiederersatz bestimmten Materien für die Zwecke der Respiration und Wärmebildung eine große Menge Kohlenstoff bedarf, welcher durch thierische Substanzen mit alleiniger Ausnahme des Fetts nicht ohne gleichzeitige Bildung vieler Nebenproducte geliefert werden kann. Die animalischen Nahrungsmittel behauptet demungeachten die ersten Plätze in der Nutritionsscale. Dieselben werden ihnen gesichert durch den Reichthum an eiweißartigen Verbindungen, durch ihren Gehalt an Fett und durch die zweckmäßige Combination ihrer anorganischen Elemente. Außerdem ist die für die Löslichkeit der einzelnen Bestandtheile so wichtige mechanische Anordnung bei ihnen weit günstiger, als bei den Vegetabilien. Sie werden daher im Allgemeinen weit vollständiger verdaut, als diese.

A. Das Fleisch.

Das Fleisch ist sowohl durch seine chemische Zusammensetzung, als auch durch die räumliche Lagerung seiner Bestandtheile, welche den lösenden Agentien des Darmcanals leicht und vollständig Zutritt gestattet, eins der vorzüglichsten Nutrimente. Die Gesammtheit seiner Elemente kommt, wie die Analysen von Playfair und Böckmann bewiesen, nahezu mit denen des Blutes überein. Die hauptsächlichsten näheren Bestandtheile desselben, des Fibrin und des Albumin, gehören zu der Gruppe der Hämatogeneten, außerdem enthält dasselbe in untergeordneter Menge leimgebendes Gewebe und Fett.

Der mechanischen Anordnung nach zerfällt das Fleich in Fasergewebe und Flüssigkeit, welche die Interstitien des ersteren ausfüllt. Die Muskelprimitivbündel, welche von einer dünnen, körnigen, ihrer chemischen Natur

nach unbekannten Hülle, dem Sarcolema, umgeben und durch Bindegewebe zu größeren Massen vereinigt werden, sind je nach dem Alter, der Art der Thiere ꝛc. von verschiedener Dicke und Ausbildung, wodurch ihre Verdaulichkeit modificirt wird. Ihrer Zusammensetzung nach kommen sie dem Faserstoff nahe, unterscheiden sich jedoch durch die geringere Menge Kohlenstoffs von den übrigen eiweißartigen Körpern. Sie enthalten Kalkphosphat in chemischer Verbindung, deren Menge gegen 3,2 Proc. beträgt. Neben diesen Fasern gehen wechselnde Mengen von leimgebenden Geweben (Sehnen, Fascien, Bindegewebe) sowie von Fettzellgewebe und Blutgefäßen in die Zusammensetzung des Fleisches ein. In den Maschen dieser Formbestandtheile findet sich eine Flüssigkeit von sehr zusammengesetzter Natur, welcher das Fleisch einen großen Theil seiner nährenden Eigenschaften verdankt, in der ferner der eigenthümliche Geschmack und Geruch der Fleischspeisen allein seine materiellen Substrate findet. Der Hauptbestandtheil dieser Flüssigkeit ist Albumin, außerdem aber enthält sie extractartige Materien (das Osmazom ꝛc. der älteren Chemiker), Gemenge von verschiedenartigen, nur zum Theil genügend erkannten Stoffen. Nach Liebig's, auf diesem Gebiete eine neue Bahn bezeichnender Untersuchung[1]) finden sich darin zwei freie organische Säuren, die Milchsäure, welche schon Berzelius vermuthete und die Inosinsäure $C_{10}\,H_6\,N_2\,O_{10}$[2]). Die letztere scheint eine Ursache des eigenthümlichen Geschmacks der Fleischbrühe zu sein. Scherer[3]) entdeckte später im Ochsenfleisch noch eine dritte organische Säure, nämlich die Buttersäure. Außerdem kommen hier vor zwei krystallisirbare organische Stoffe, das Kreatin ($C_8\,H_9\,N_3\,O_4 + 2\,H\,O$) und das, mit den Eigenschaften einer organischen Base begabte Kreatinin ($C_8\,H_7\,N_3\,O_2$). Als anorganische Bestandtheile enthält die Fleischflüssigkeit phosphorsaures Alkali und Chlormetalle nebst phosphorsaurer Kalk- und Talkerde; schwefelsaure und kohlensaure Alkalien sind nicht vorhanden[4]). Die phosphorsauren Alkalien sind in der Fleischflüssigkeit vom Ochsen und Reh zwei- und dreibasische Verbindungen, in der von Hühnern dagegen finden sich neben zweibasischen auch noch einbasisches phosphorsaures Kali. Bemerkenswerth und für die Ernährung von Interesse ist der Umstand, daß während im Blute die Natron- und Kalksalze vorwiegen, im Fleische die Kali- und Talkverbindungen bei weitem das Uebergewicht haben. Außer den erwähnten Salzen enthält das Fleisch constant kleine Mengen von Eisen.

Im Wesentlichen hat das Muskelfleisch aller Thiere dieselbe Zusammensetzung: nur die Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandtheile und die physikalischen Eigenschaften der Fasern wechseln, worauf die Differenzen beruhen, welche die einzelnen Fleischarten in Bezug auf Nutritionswerth und Verdaulichkeit unterscheiden. Die mannichfaltigen Unterschiede in Bezug auf Geschmack sind wir noch nicht im Stande chemisch nachzuweisen.

Das Fleisch der Säugethiere, welches am meisten als Nahrung verwandt wird, hat, wie die zahlreichen von Berzelius, Braconnot, Brande, Schloßberger, Schütz, v. Bibra angestellten Analysen darthun, im

---

[1]) Chemische Untersuchung über das Fleisch. Heidelberg 1847.

[2]) Es ist noch zweifelhaft, ob die Inosinsäure in allen Fleischarten vorkommt. Gregory konnte sie nur im Hühnerfleisch nachweisen.

[3]) F. Wydler. Ueber die Bestandtheile des Muskelextracts. Würzburg 1848. Inaugural-Abhandlung.

[4]) Von Berzelius und v. Bibra wurden zuweilen auch kleine Mengen kohlensauren Alkali's gefunden: die geringe Quantität schwefelsauren Alkali's rührt von der Verbrennung des dem Albumin angehörigen Schwefels her.

Allgemeinen eine sehr wenig schwankende Zusammensetzung. Der Wassergehalt desselben bleibt sich fast immer gleich, er beträgt 77 bis 78 Proc., die Zahl der Muskelfasern ist im Mittel 16 Proc., die des Eiweißes 2,0 Proc.; ebenso groß ist beiläufig die des Glutins: die extractiven Materien mit den Salzen belaufen sich etwas höher, ihre Menge zeigt auch größere Schwankungen. Der Salzgehalt nähert sich, für die trockene Substanz berechnet, 5,0 Proc., von welchen der bei weitem größere Theil, zwei Dritttheile, aus phosphorsauren Alkalien, der kleinere aus Chlormetallen und ein Dritttheil bis ein Viertheil aus Erdphosphaten mit Eisenoxyd besteht. Der Fettgehalt des Fleisches ist sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen, so daß hierüber im Allgemeinen sich wenig angeben läßt. Nach der Entfernung alles mechanisch abtrennbaren Fettes fand von Bibra in dem Fleische der Brust noch folgende dem bloßen Auge unsichtbaren Fettmengen:

Ochsenfleisch	21,8
Kalbfleisch	10,5
Hammelfleisch	9,3
Rehfleisch	7,9
Hasenfleisch	5,3

Nicht gleichgültig für die Verdauung ist die Art der Fette, die relativen Quantitäten von Elain, Margarin und Stearin, indem die letztere, wie wir später nachweisen werden, viel schwieriger aufgenommen wird, als die ersteren.

	Ochsenfleisch.	Ochsenfleisch.	Kalbfleisch. (¼ Jahr.)	Kalbfleisch. (4 Wochen.)	Schweinefl.	Rehfl.
Fleischfaser, Gefäße und Nerven	15,8	15,43	14,94	15,0 (mit Glutin)	16,8	16,81
Eiweiß mit Farbstoff	2,20	1,99	1,29	3,2	2,4	1,94
Glutin	1,90	1,98	4,42	—	—	0,50
Alkoholextract mit Salzen	1,80	3,00	1,29	1,1	1,7	4,75
Wasserextract mit Salzen	1,05			1,0	0,8	
Wasser und Verlust	77,17	77,60	78,06	79,7	78,3	74,63
	Berzelius.	v. Bibra.	v. Bibra.	Schloßberger.	Schloßberger.	v. Bibra.

	Asche von Ochsenfleisch,	von Rehfleisch,	von Hasenfleisch.
Auf 100 Theile trockener Substanz	4,03 Proc.	4,68 Proc.	4,48 Proc.
Chloralkali	6,5 „	1,0 „	4,2 „
Phosphorsaures Alkali	76,8 „	72,4 „	79,8 „
Erdphosphate und Eisen	16,4 „	26,6 „	15,1 „

v. Bibra.

Nach dem Alter der Thiere zeigt das Fleisch einige Verschiedenheit sowohl in seiner chemischen Zusammensetzung, wie auch in den mechanischen Verhältnissen. In der Jugend sind die Muskelprimitivbündel dünner und leichter löslich, ihre Menge geringer, der Gehalt an Wasser und Eiweiß ist dagegen beträchtlicher, während der an Extractivstoffen schwächer ausfällt. Die kleine Zahl der letzteren ist die Ursache, weshalb das Fleisch junger Thiere weniger reizend wirkt und einen minder kräftigen Geschmack hat, als das älterer. Arm an diesen Materien ist auch das Schweinefleisch, reich hingegen das des Wildes.

Das Fleisch der Vögel, insbesondere das älterer Thiere, ist trocken, arm an flüssigen Bestandtheilen, die Eiweißmenge ist dagegen etwas reichlicher; noch mehr gilt das Letztere von der Gruppe der extractiven Materien: Kreatin, Kreatinin und Inosinsäure wurden von Liebig in größter Menge im Fleische der Vögel, insbesondere der Hühner gefunden. In 1000 Theilen Hühnerfleisch wieß Liebig 3,2, Gregory 3,21 und 2,9 Kreatin nach, aus Ochsenfleisch dagegen konnten nur 0,697 gewonnen werden.

	Taube.	Ente.	Junge Taube.	Junges Huhn.
Muskelfaser	17,29	17,68	17,0	16,5
Eiweiß und Farbstoff	3,23	2,68	4,5	3,0
Glutin	1,63	1,23	—	—
Alkoholextract	3,64	4,12	1,0	1,4
Wasserextract			1,5	1,2
Fett	—	2,53	—	—
Wasser	74,23	71,76	76,0	77,3
	v. Bibra.		Schloßberger.	

	Asche von Hühnerfleisch,	von Entenfleisch.
Proc.	5,51	4,48
Chloralkali	1,39	1,2
Phosphorsaures Alkali	84,72	84,0
Erdphosphate und Eisen	13,89	14,8
	v. Bibra.	

Die Fische haben ein bei weitem wasserreicheres Fleisch als die Säugethiere und Vögel. Die Menge der Muskelfasern ist verhältnißmäßig gering, Eiweiß dagegen reichlich vorhanden. In Betreff der Extractivstoffe scheinen keine wesentlichen Unterschiede von dem Fleische der Säugethiere zu bestehen. Gregory konnte aus Kabeljaufleisch (Gadus Morrhua) 0,935 bis 1,7, aus Rochenfleisch 0,607 p. m. Kreatin darstellen.

Ueber das Fleisch der Crustaceen des Flußkrebses (Astacus fluv.), des Hummers (Ast. gammarus), der Garnelen (Sali coqui) u. s. w. besitzen wir noch keine Untersuchungen, welche sichere Anhaltspunkte für dessen Nutritionswerth liefern könnten. Ebenso wenig kennen wir die Ursachen, in welche die eigenthümlichen erregenden Wirkungen desselben beruhen.

	Cyprinus barb.	Cyprin. carpio.	Salmo fario.
Muskelfaser	12,1	11,31	11,1
Eiweiß	5,2	4,35	4,4
Glutin	—	1,98	—
Extractivstoff und Salz	2,7	3,47	3,8
Fett	—	1,11	—
Wasser	80,0	79,78	80,5
	Schloßberger.	v. Bibra.	Schloßberger.

Die Zubereitung des Fleisches ist für dessen zweckmäßige Verwendung wesentlich. Es hängt von ihr ab, ob die Nahrungsstoffe, welche in demselben enthalten sind, so weit es thunlich ist, benutzt werden oder nicht. Bei den verschiedenen Bereitungsweisen ist dies keineswegs immer im gleichen Grade der Fall. Am vollständigsten wird dieser Zweck erreicht beim Braten, wo durch die allmählig gesteigerte Hitze sich an der Peripherie des Fleisches eine Cruste bildet, durch welche dem Verluste von Fleischflüssigkeit und den in ihr enthaltenen, für die Nutrition wichtigen Stoffen vorgebeugt wird. Je nach dem angwandten Temperaturgrade dringt beim Braten die Coagulation der albumin- und bluthaltigen Flüssigkeit, von welcher die Muskelfasern um-

geben sind, mehr oder minder tief ein. Man kann, wie Liebig bemerkt, dies deutlich an der Farbe erkennen und daraus den Temperaturgrad, welchem die einzelnen Theile ausgesetzt wurden, abnehmen. Bei einer Temperatur von $56^0,5$ ist das Albumin vollständig coagulirt, das Blutroth dagegen erst bei 65 bis 70^0. Alle Parthien, welche bei der Zubereitung nicht bis dahin erhitzt wurden, sind daher noch blutig.

Durch das Kochen des Fleisches werden die Bestandtheile nicht in dem Grade conservirt, wie durch das Braten. Es ist hierbei ein wesentlicher Unterschied, ob man das Fleisch in kaltes Wasser legt und dieses allmählig zum Sieden erhitzt, oder ob man dasselbe in solches bringt, welches bereits bis zum Siedepunkt erwärmt war. Im ersteren Falle wird der größere Theil der Fleischflüssigkeit ausgezogen und das bloße Fasergerüst bleibt übrig, im letzteren dagegen ist dies nicht der Fall. Durch die Siedhitze coagulirt nämlich sogleich das Albumin von der Oberfläche an abwärts und bildet eine feste Rinde, die dem Wasser nicht mehr gestattet, in das Innere einzudringen und dasselbe auszulaugen. Das Fleisch bleibt in diesem Falle saftig und schmackhaft, die Brühe ist indeß arm an organischen Stoffen. Ganz anders verhält sich die Sache, wenn das Fleisch in kaltes Wasser gebracht wird. Es dringt nämlich dann beim allmähligen Erwärmen in die Substanz ein und laugt den größten Theil des Eiweißes, des Kreatins, der Inosinsäure und der übrigen in der Fleischflüssigkeit enthaltenen Stoffe aus. Beim Kochen wird später das Albumin coagulirt und meistens abgeschäumt; dafür löst sich ein Theil der Muskelfasern (Mulder's Oxyprotein) auf und das Zellgewebe verwandelt sich in Leim. Was übrig bleibt, ist eine fast geschmacklose faserige Masse. Die in dieser Weise gewonnene Fleischbrühe enthält außer unbestimmten extractartigen Materien, dem Leim und der geringen Quantität gelösten Oxyproteins, Kreatin, Kreatinin, Milchsäure und Inosinsäure, theils frei, theils an Alkali gebunden, sowie endlich die anorganischen Verbindungen. Die Menge der letzteren ist sehr beträchtlich; sie beträgt nach Chevreul etwas mehr als den vierten Theil vom Gewicht des festen Rückstandes. 81 Proc. derselben sind im Wasser löslich, das Unlösliche besteht aus 5,77 phosphorsaurem Kalk und 13,23 phosphorsaurer Bittererde. Im Ganzen geben 32 Pfund Fleisch ungefähr 1 Pfund Extract. Der Leim bildet darin einen untergeordneten Bestandtheil: die Bouillontafeln, welche der Hauptsache nach aus diesem bestehen, sind daher von dem wahren Fleischextract wesentlich verschieden und keineswegs geeignet, dasselbe zu ersetzen.

Durch Einsalzen verliert das Fleisch constant an Nutritionswerth, weil in die Salzlake, besonders wenn dieselbe oft erneuert wird, ein großer Theil der Flüssigkeit allmählig übergeht. Liebig fand darin alle Bestandtheile des Fleischextracts.

Durch Räuchern wird dasselbe weit vollständiger conservirt.

Beziehung des Fleisches und seiner Bereitungen zur Ernährung.

Der Nutritionswerth des Fleisches, welcher in seinem Reichthum an eiweißartigen Stoffen (18 Proc.) und an Fett, sowie in der zweckmäßigen Combination seiner Salze beruht, stellt sich nicht so hoch, als man nach der Menge der Hämatogeneten erwarten sollte. Es sind nämlich von der Gesammtquantität der eiweißartigen Verbindungen nur 2 Theile in einem Zustande vorhanden, in welchem sie leicht gelöst werden, die übrigen 16, die Fa-

fern, werden nur theilweise verdaut. Bei dem Fleische junger Thiere geschieht dies vollständiger als bei den festen kalkreichen Fasern älterer. Durch Maceration in Essig, durch welche die Erdphosphate zum Theil ausgezogen werden, läßt sich die Löslichkeit der Faser vermehren. Durch Aushängen an die freie Luft, wodurch ein schwacher Zersetzungsproceß eingeleitet wird und wobei nach den Erfahrungen von v. Bibra die freie Säure sich mehrt, kann derselbe Zweck erreicht werden. Immer jedoch geht, wie wir bei der Verdauung sehen werden, ein großer Theil der Fleischfasern unverdaut verloren. Ausgekochtes, seiner löslichen Bestandtheile beraubtes Fleisch ist aus diesem Grunde ein schlechtes Nahrungsmittel.

Die anorganischen Verbindungen des Fleisches, welche hauptsächlich aus Kalisalzen bestehen, bedürfen eines Zusatzes von Kochsalz, wenn sie für die Blutbildung geeignet werden sollen. Die Bestandtheile der Fleischbrühe, das Kreatin, Kreatinin, das Glutin, die Inosin- und Milchsäure nebst den Extracten haben ungeachtet ihres großen Stickstoffgehalts keinen bedeutenden Nutritionswerth[1]). Ihre Wirkung auf den Organismus ist eine ganz andere. Sie können eines Theils durch die große Analogie, welche sie vermöge ihres Gehalts an Milchsäure und der extractiven Materien mit dem Magensafte haben, die Verdauung bethätigen, andern Theils aber sind sie durch ihren Gehalt an Kreatin und Kreatinin, welche nach Art der organischen Basen wirken möchten, Reizmittel, welche in ausgezeichnetem Grade[2]) die erschöpften Kräfte beleben können, ohne beträchtliches Material zum Wiederersatz zu liefern. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Wirkung der Fleischbrühe auf Reconvalescenten zu betrachten: als Eupepticum und Belebungsmittel hat sie einen unersetzlichen Werth, für den Ersatz verlorner organischer Substanz liefert sie nur in dem Oxyprotein einen schwachen Beitrag. Die übrigen Bereitungen des Fleisches haben natürlich einen um so größeren Nutritionswerth, je mehr alle Bestandtheile erhalten werden. Durch das Braten, wodurch dieses ziemlich vollständig geschieht, wird außerdem noch bei der leichten Verkohlung der Rinde eine die Digestionsorgane erregende Substanz gewonnen.

Die verschiedenen Arten von Fleisch verdanken ihre Eigenthümlichkeit den Mengenverhältnissen ihrer einzelnen Bestandtheile. Sie wirken um so nährender, je größer die Menge des Eiweißes, je leichter löslich die Faser ist, je reicher sie außerdem an Fett sind: sie wirken um so erregender, je größer ihr Gehalt an extractiven Materien mit Kreatin u. s. w. ist. Das Fleisch des Wildes, des Geflügels u. s. w. wirkt aus diesem Grunde belebender und erregender, als das anderer Thiere. Das Fleisch älterer Thiere besitzt diese Eigenschaften in höherem Grade, als das junger. Fische sind wegen ihres Wasserreichthums im Allgemeinen weniger nährend als Säugethiere u. s. f. Das Fleisch der Crustaceen, Krebse, Hummer, Garnelen u. s. w. ist kräftig nährend und erregend, aber, wie es scheint, wegen inniger Durchtränkung mit Fett, schwer verdaulich.

Außer dem Muskelfleisch werden ganze Thiere als Nahrungsmittel verwandt, insbesondere die Auster, die Mießmuschel und die Schnecken. Die Austern enthalten nach Bostock[3]) und Pasquier[4]) bei vielem Wasser Ei-

---

[1]) Vergl. in Bezug auf das Kreatin, das Kreatinin und die organischen Säuren S. 672; in Bezug auf das Glutin S. 682.

[2]) Vergl. Parmentier und Proust in Ann. de Chim. et de Phys. III. sér. T. XVIII. p. 177.

[3]) Nicholson Jour. T. ii. p. 251.

[4]) Essai médic. des huitres. Paris 1819.

weiß, Faserstoff, Gallerte, Schleim, Osmazom, phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde nebst Spuren von Eisen. Mulder wieß die Identität des Eiweißes der Austern mit dem höherer Thiere nach. Frisch genossen sind sie durch ihren Reichthum an Blutbildern und deren leichte Löslichkeit eine sehr kräftige Nahrung. Gekocht werden sie durch die Coagulation des Eiweißes in eine derbe, feste, schwerlösliche Masse verwandelt.

Aehnlich verhalten sich die Miesmuscheln. Zur Feststellung des gewöhnlich sehr hoch angeschlagenen Nutritionswerthes der Schnecken, der Helix pomatia, fehlen uns noch genügende analytische Belege.

Außer dem Fleisch finden im Allgemeinen nur wenige animalische Substanzen eine diätetische Anwendung. Es gehören dahin das eiweiß- und fettreiche Gehirn, sowie einige drüsige Organe: die Leber, die Niere und die Thymus. Sie enthalten alle viel Albumin, ferner Gefäße und Bindegewebe nebst den der Secretionsthätigkeit obliegenden Zellbildungen. Ihr großer Eiweißgehalt macht sie zu sehr nahrhaften Stoffen, ihre mechanische Anordnung aber, vermöge welcher sie bei der Coagulation des Eiweißes zu einer festen, wenig porösen Substanz werden, schwer verdaulich, um so mehr, als die Digestionsthätigkeit erregende Materien, wie sie dem Fleische zukommen, ihnen vollständig abgehen.

Hirnsubstanz.		Thymus.		Leber.	
Wasser	78,0	Wasser	70,0	Wasser	61,79
Albumin . . .	7,3	Albumin	14,0	Feste Bestandtheile . . .	38,21
Fett	12,4	Extr. Mat. . . .	1,6	Die letzteren enthielten	28,72 Proc.
Extr. Mat. . } Salze . . . . }	1,4	Leimgeb. Gewebe } Zellen und Salze }	14,4	unlösliches Parenchym u.	71,28 Proc.
				in Wasser und Alkohol lösliche Theile, Albumin, Fett, extr. Mat. und Salze.	
Denis.		Morin.			

Das Blut wird nur ausnahmsweise von bestimmten Thieren, wie vom Schwein, als Nahrung gebraucht. Meistens bleibt es unbenutzt: in ihm geht, wie Pleischl mit Recht hervorhebt, eine sehr ansehnliche Menge der zweckmäßigsten Verwendung fähiger Nahrungsstoffe verloren.

Unter den thierischen Secreten bilden die Milch und das Ei gleichsam von der Natur präformirte Nutrimente. Das Ei der eierlegenden Thiere enthält als die materielle Grundlage vollständiger Organismen alle zur Neubildung erforderlichen Elemente in dem richtigen Verhältniß. Dasselbe bildet daher eine für die Ernährung in hohem Grade dienliche Verbindung und fand als solche zu allen Zeiten vielfache Verwendung. In der Regel werden nur die größeren Eier der Vögel, insbesondere der Hühnerarten, als Nahrungsmittel gebraucht, seltener und in beschränkterem Maaße die Fischeier (Caviar). Das Weiße der Eier bildet eine concentrirte Albuminlösung, welche in einem zarten Maschennetz eingeschlossen ist. Seiner Zusammensetzung nach kommt es dem Blutserum nahe, es enthält 12 bis 13,8, nach Bostock bis 15,5 Proc. Albumin und gesteht daher bei einer Temperatur von 75^0 zu festzusammenhängender Masse. Außerdem finden sich darin in Alkohol lösliche Extractivstoffe, sowie Chlornatrium und mit dem Albumin verbundenes Alkali, Fett ist nicht vorhanden. Desto reichlicher bietet sich dieses in dem Dotter. Derselbe stellt eine Emulsion dar, welche nach Prout aus 54 Theilen Wasser, 17 Albumin und 29 Fett besteht. Sacc fand 52,67 Wasser, 27,84 Fett und 19,49 Albumin. Das Albumin des Dotters, das Vitellin, unterscheidet sich in mehrfacher Beziehung von dem gewöhnlichen Eiweiß: Dumas, Cahours und Jones gaben darüber widersprechende Angaben: van

Baumhauer fand eine dem schwefelhaltigen Proteinoxyd entsprechende Zusammensetzung [1]).

Die Eier der Fische (Roggen) werden theils gekocht, theils, besonders die des Störs, eingesalzen als Caviar genossen. Im frischen Roggen fanden Morin und Dulong Albumin, phosphorhaltiges Oel, Extractivstoffe und die gewöhnlichen Salze. Der Caviar, wie er im Handel vorkommt, besteht nach John in 100 Theilen, aus flüssigem Eiweiß 6,2, butterartigem Fett 4,3, Kochsalz 6,7, phosphorsaurem Kalk und Eisenoxyd 0,5, geronnenem Eiweiß (?) und Häuten 24,0, Wasser 58,0.

Der hohe Nutritionswerth der Eier ergiebt sich aus ihrer Zusammensetzung von selbst. Es giebt kein Nahrungsmittel, welches alle zum Wiederersatz erforderlichen Elemente in solcher Concentration enthielte wie die Eisubstanz [2]). Sie bildet daher, in zweckmäßiger Form geboten, das kräftigste Restaurans, welches wir besitzen. Ihre Löslichkeit und hiermit auch ihr Einfluß auf die Ernährung hängt jedoch sehr von der Art der Vertheilung ab, in welcher sie gereicht wird. Fest geronnen bildet sie eine dichte compacte Masse, welche den lösenden Agentien des Darmcanals nur schwierig Zugang gestattet; halbgeronnen dagegen oder im Zustande lockerer Vertheilung wird sie mit großer Leichtigkeit aufgenommen.

Die Milch.

Wie das Ei Elemente zur Entstehung und Entwicklung von Organismen liefert, so genügt die Milch in einer gewissen Lebensperiode für die Bestreitung aller Bedürfnisse, welche der thierische Körper zu seiner Erhaltung und zu seinem Wachsthum hat. Die Milch gab uns aus diesem Grunde die Principien zu einer rationellen Eintheilung der Nahrungsstoffe. Hier handelt es sich nur darum, die Mengenverhältnisse, welche die einzelnen Bestandtheile in den verschiedenen Milcharten bieten, kurz anzudeuten und ihren Einfluß auf die Ernährung zu berücksichtigen. Die häufige Anwendung, welche diese Flüssigkeit als Nahrungsmittel findet, nöthigt uns, hierauf näher einzugehen. Der Gehalt der Milch an Nährstoffen ist in hohem Grade schwankend; derselbe wechselt nicht allein nach ihrem Ursprunge von Menschen oder den verschiedenen Thieren, sondern auch nach der Periode der Lactation, der Art der Ernährung u. s. w. Die Muttermilch des Menschen

[1]) Gobley (Journ. de Phys. et de Chim. III. sér. Tom. XI. p. 409—417) fand im Eigelb:

Wasser	51,48
Vitellin	15,76
Margarin und Elain	21,30
Cholesterin	0,43
Elainsäure, Margarinsäure und Phosphoglyc.	8,42
Cerebrinsäure	0,30
Salmiak	0,03
Chlornatrium, Chlorkalium, schwefels. Kali	0,27
Phosphorsaure Kalk- und Talkerde	1,02
Weingeistextract	0,40
Farbstoffe mit Spuren von Eisen	0,53

[2]) 100 Theile Eisubstanz bestehen nach Sacc aus

Schale und Membran	10
Eiweiß	10
Dotter	26
Wasser	52

ist dünn und arm an festen Bestandtheilen, besonders an Käsestoff, Butter und Salze, verhältnißmäßig reich dagegen an Zucker. Sie reagirt stets alkalisch und wird nicht so leicht sauer als die Kuhmilch.

	Maxima.	Minima.	Mittelzahlen.
Wasser	914,0	861,0	891,0
Feste Bestandtheile	138,6	86,0	109.0
Casein	45,2	19,6	33,7
Butter	54,0	8,0	37,1
Milchzucker und Extractivstoff	62,4	39,2	38,5
Feuerfeste Salze	2,7	1,6	1,9
	Simon.	Simon.	Clemm.

Die Milch der Kühe ist reicher an festen Stoffen, namentlich an Butter und Casein, sie wird leichter sauer.

	Maxima.	Minima.	Mittelzahlen.
Wasser	861,0	823,0	874,0
Feste Bestandtheile	177.0	139,0	126,0
Casein	72,0	67,0	34,0
Butter	55,0	38,0	39,0
Zucker und Extractivstoff	51,0	28,0	53.0
Salze	13,0	6,1	—
	Simon.	Simon.	Boussingault.

Die Milch der Schafe ist dicklich, reich an Casein und Butter, welche letztere sehr dünnflüssig ist. Aehnlich verhält sich die der Ziege. Die Eselsmilch nähert sich dagegen in ihrer Zusammensetzung der menschlichen, sie ist arm an festen Stoffen, nur ihr Zuckergehalt ist beträchtlich.

Wasser	904,7	907,0
Feste Bestandtheile	95.3	93,0
Casein	19,5	16,74
Butter	12,9	12,10
Milchzucker, Extractivstoff, Salze	62,9	62,31
	Peligot.	Simon.

Modificationen der Milch.

Die gleich nach der Geburt abgesonderte Milch, das Colostrum, enthält eine bedeutende Menge fester Bestandtheile, namentlich sind, nach den Beobachtungen von Simon, die Butter und der Milchzucker relativ sehr vermehrt. Auch an Salzen ist diese Flüssigkeit reich, ein Umstand, welcher die abführende Wirkung des Colostrums auf den Säugling erklärt. Einige Tage nach der Geburt nimmt die Concentration der Milch ab, steigt sodann allmählig wieder und erhält sich endlich während der ganzen Lactationsperiode auf einer wenig veränderlichen Stufe. Die Quantität des Zuckers ist anfangs relativ größer und nimmt sodann mehr und mehr ab. Die der Butter zeigt beträchtliche Schwankungen je nach der Art der Nahrung und dem übrigen Verhalten, der Ruhe oder Bewegung u. s. w. Bei fett- und amylumreicher Kost, sowie bei beschränkter Bewegung steigt ihre Menge merklich, während sie unter entgegengesetzten Verhältnissen zu fallen pflegt. (Playfair, Boussingault.)

Der Nutritionswerth der Milch richtet sich natürlich nach der Menge ihrer festen Bestandtheile überhaupt und dem relativen Quantum der einzelnen derselben. Sie fördert um so kräftiger die Blutbildung, je größer ihr

Reichthum an Casein und Fett ist: sie wird dagegen um so leichter aufgenommen und wirkt um so milder, je geringer ihr Gehalt an beiden und je größer der an Zucker ist. Die Muttermilch ist daher die blandeste Nahrung für den Säugling; wie wenig die Kuhmilch als solche geeignet ist, sie zu ersetzen, zeigt uns eine Vergleichung der für beide gefundenen analytischen Zahlenwerthe[1]). Nur die Eselsmilch kommt ihr nahe und erwarb sich daher in der Behandlung der Lungenphthise und als Nahrung für weit heruntergekommene reizbare Individuen mit schwachen Digestionsorganen einen ansehnlichen Ruf.

Außer der Milch in Substanz finden in der Diätetik eine allgemeine Anwendung zwei aus derselben dargestellte Stoffe, nämlich die **Butter** und der **Käse**. Die erste ist ein mehr oder weniger reines Fett, in welchem Margarin, Elain und Butyrin in wechselnder Menge vorkommen. **Bromeis** fand folgendes Verhältniß:

Margarin	68
Elain	30
Butyrin	2
	100

Der letztere dagegen, der **Käse**, kommt in sehr verschiedener Form und Zusammensetzung vor, je nach der Art der Bereitung und der Materialien, welche dazu verwandt werden. Die Hauptmasse der Käse besteht immer aus Casein, welcher bald durch Zusatz von Lab, bald dagegen durch Gerinnung mittelst freiwilliger Säurebildung abgeschieden wird. Der Käse enthält im ersten Falle 6,5 Proc. Salze, von denen 6 aus phosphorsaurem Kalk bestehen, bei der Gewinnung durch Milchsäurebildung dagegen findet sich in demselben weder Kalkerde, noch eine andere Base, sondern er stellt eine Verbindung von Casein mit Phosphorsäure dar[2]). Außerdem findet sich in demselben Butter, deren Quantität sehr verschieden ausfällt, je nachdem zur Bereitung abgerahmte Milch (Käse von **Gruyere**, der friesische), oder reine Milch (Emmethaler, Chester, der holländische), oder endlich Milch mit Zusatz von Rahm (der von Stilton und der von Gryenne) verwandt wird. Die Zusammensetzung des Käse wird ferner noch modificirt durch sein Alter. Bei längerem Aufbewahren, namentlich an feuchten Orten, geht er nämlich in eine Art von Fermentation über, durch welche ein Theil seines Caseins in andere Verbindungen umgesetzt wird. Es bildet sich hierbei eine weiße fettartige Substanz, welche von **Proust**[3]) Käseoxyd, von **Braconnet**[4]) Aposepedin genannt wurde; **Mulder** wieß darin später Leucin nach. Neuere Untersuchungen, welche **Iljenko** und **Laskowski**[5]) mit altem Limburger Käse anstellten, ergaben, außer unverändertem Casein, flüchtige Fettsäuren, näm-

---

[1]) Nicht zu übersehen ist hierbei das viel schneller und leichter eintretende Sauerwerden und die festere Gerinnung des Käsestoffs, welche die Kuhmilch von der Muttermilch unterscheidet.

[2]) Nach **Clemm** (Inquis. chemica ac microscop. in mulierum ac bestiarum lac. Götting. Diss. inaug. 1845) enthält der durch freiwillige Säurebildung abgeschiedene Käse noch 0,957 Proc. phosphorsauren Kalk und freie Phosphorsäure, die sich durch Waschen nicht entfernen läßt.

[3]) Recherch. sur le principe, qui assaisonne les fromages. Ann. de Chim. et de Phys. T. X. p. 29.

[4]) Ibid. 1827. Oct. 159.

[5]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LV. S. 78—95; ferner Bd. LVII. S. 127.

lich geringe Mengen von Capron-, Caprin- und Caprylsäure, größere von Buttersäure und besonders von Baldriansäure. Fett- und milchzuckerfreier Käse mit Wasser bedeckt und der Luft ausgesetzt, löste sich nach zwei Monaten zu einer ammoniakalischen Flüssigkeit auf. Die in größter Menge entstehenden Producte waren Ammoniak, Baldriansäure, Buttersäure und Leucin (Iljenko), zu denen nach Bopp noch ein weißer krystallisirbarer flüchtiger Körper von stärkstem Geruch nach Faeces und eine Säure gehört, die durch Mineralsäuren in eine purpurrothe, dann braune Substanz und in Tyrosin und Ammoniak zersetzt wird.

Der Nutritionswerth des Käse ist ein sehr hoher; es giebt kein Nahrungsmittel, welches so reich an eiweißartiger Substanz wäre. Nöthig ist, daß dieselbe ihren ganzen, für die Nutrition so wichtigen Gehalt an phosphorsaurem Kalk bewahrt, weshalb das mittelst Coagulation durch Lab gewonnene Product bei weitem den Vorzug verdient. Im frischen Zustande ist der Käse ein einfaches Nutriens, in Zersetzung übergegangen, wirkt er dagegen irritirend auf die Digestionsorgane. Den lösenden Agentien des Verdauungscanals ist er wegen seines compacten Zusammenhangs schwer zugänglich: er wird daher nur langsam verdaut, um so mehr, je reichlicher seine Substanz mit Fett durchtränkt ist.

II. Vegetabilische Nahrungsmittel.

Die dem Pflanzenreich entlehnten Nutrimente beurkunden zwar durch ihren Gehalt an eiweißartigen Stoffen und Fetten eine nahe Verwandtschaft mit den animalischen: allein in vielen anderen Dingen sind beide auf das Bestimmteste geschieden. Die Differenzen machen freilich eine gegenseitige Vertretung derselben nicht unmöglich, sie sind indeß groß genug, um einen durchgreifenden Unterschied in dem Bau der Digestionsorgane zu erheischen. Die Verschiedenheiten beider lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen.

1. In den vegetabilischen Nahrungsmitteln sind die stickstofflosen Verbindungen immer überwiegend, während dieselben in den animalischen, wo sie nur durch die fetten Körper vertreten werden, eine untergeordnete Rolle spielen. Die Kohlehydrate und die organischen Säuren sind fast ausschließliches Eigenthum des Pflanzenreichs.

2. Die pflanzliche Nahrung ist bei weitem reicher an unverdaulichen Stoffen. Die animalischen Materien können, mit wenig Ausnahmen, alle vollständig aufgelöst und verwandt werden: von den vegetabilischen widersteht ein großer Theil allen Einwirkungen der Lösungsmittel des Darmcanals. Die Epidermiszellen mit der Cuticula, der größte Theil des aus Cellulose bestehenden Pflanzenzellgewebes, alle verholzten Zellen, die Gefäßbündel (die Spiral-, ringförmigen, netzförmigen, wie gestreiften Gefäße), das Chlorophyll u. s. w. werden unversehrt wieder ausgeschieden

3. Ein fernerer Unterschied liegt in der anderen Art der Vertheilung und mechanischen Anordnung. Die für die Ernährung tauglichen Bestandtheile der Pflanzen finden sich alle in Geweben abgelagert, welche mehr oder weniger unlöslich sind. Das Amylum und die eiweißartigen Verbindungen, z. B. in dem parenchymatösen Zellgewebe, ebenso das Pectin, der Pflanzenschleim u. s. w. Die Extraction und die Verwendung derselben wird dadurch beträchtlich erschwert und verlangsamt. Es ist dies um so mehr der Fall, je weniger die Gewebe durch Zubereitung zerstört werden. Das Amylum der Kartoffeln wird aus diesem Grunde weit unvollständiger verdaut, als das

des Mehls (vergl. Verdauung). Ein großer Theil der Nahrungsstoffe des Pflanzenreichs durchläuft daher unbenutzt den Darmcanal, wie das in der mittleren Holzsubstanz gelagerte Eiweiß, das der Spiralgefäße u. s. w. Die Berücksichtigung dieser Verhältnisse, welche bei den einzelnen Pflanzentheilen sich verschieden gestalten, ist bei der Feststellung des Nutritionswerthes von hoher Wichtigkeit. Im Allgemeinen ist derselbe viel geringer, als die Analyse angiebt, weil selbst bei den Thieren, deren Verdauungsorgane durch ihre bedeutende Länge und übrige Einrichtung für die Verarbeitung pflanzlicher Nahrung besonders geeignet sind, doch nur ein Theil derselben verwandt wird. Wir werden bei der Lehre von der Verdauung hierfür zahlreiche Belege finden.

4. Ein vierter wesentlicher Unterschied zwischen animalischer und vegetabilischer Kost liegt in den anorganischen Bestandtheilen. Die Salze der thierischen Substanzen entsprechen im Allgemeinen dem Bedürfnisse des Wiederersatzes, in den vegetabilischen dagegen verhält sich die Sache anders. Die Chlormetalle fehlen oder sind nur spurweise vorhanden. Das Kali überwiegt in ihnen immer das Natron, welches zuweilen gänzlich mangelt: die Talkerde findet sich in größerer Menge, als die Kalkerde. Die Nothwendigkeit der Chlormetalle und des phosphorsauren Natrons für die normale Constitution des Bluts macht daher den Zusatz von Kochsalz zu den meisten Vegetabilien[1]) zum Bedürfniß; die überwiegende Quantität der Talkerde setzt zur Herstellung des dem thierischen Organismus zukommenden Mengenverhältnisses eine beständige Ausscheidung dieser Verbindung voraus.

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen vegetabilischen Nutrimente, auf welche wir jetzt übergehen, stellt keine feststehende Größe dar, sondern erleidet mancherlei Schwankungen nach dem Alter der Pflanzen, deren Cultur, den Bodenverhältnissen u. s. w. Die letzteren modificiren insbesondere die anorganischen Bestandtheile, in welchen die verschiedenen Basen sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig vertreten können. Das Thierreich steht auf diese Weise in innigem Connex mit dem Boden, auf welchem es lebt: derselbe drückt durch den Einfluß, welchen er auf den Natritionsproceß äußert, der ganzen Organisation einen bestimmten Typus auf.

Wir theilen die vegetabilischen Nutrimente in mehrere Gruppen, wobei wir uns weniger von botanischen, als von chemischen Principien leiten lassen.

1. Die Cerealien.

Die Samen der Getreidearten wurden seit den ältesten Zeiten, soweit die Geschichte reicht, als Nahrungsmittel verwandt und ihre Cultur erlangte gleichzeitig mit dem Beginn der Civilisation, zu der sie in innigster Beziehung stand, eine so allgemeine Ausbreitung, als die Boden und Temperaturverhältnisse der Erdrinde sie gestatteten. Bis auf den heutigen Tag und wohl für immer behauptet der Ackerbau unter allen Zweigen der Industrie den ersten Rang, er greift tiefer, als irgend ein anderer in das Wohl und Wehe der Völker ein. Mit dieser hohen Bedeutung, welchen ein dunkler Instinct den Cerealien, über deren Beziehungen zur Ernährung wir bis auf die neueste Zeit unklar blieben, zuschrieb, stimmen wunderbar die genaueren Untersuchungen der Chemiker und Physiologen. Sie thaten dar, daß die Zusammensetzung der Getreidesamen die größte Analogie mit dem Prototyp der

---

[1]) Nur die grünen grasartigen Pflanzen enthalten, wie Boussingault nachwies, die für die Nutrition erforderliche Menge von Chlormetallen. Die pflanzenfressenden Thiere, welche hauptsächlich von solchen leben, können daher diesen Zusatz entbehren.

Nahrung, der Milch hat, daß kein anderes vegetabilisches Product so geeignet ist, die Bedürfnisse des thierischen Haushalts durch Mengenverhältnisse seiner stickstoffhaltigen und stickstofflosen Bestandtheile zu befriedigen, als gerade diese. Die verschiedenen Getreidearten zeigen eine große Gleichartigkeit in ihrer Zusammensetzung. Die eiweißartigen Körper finden in ihnen mehrere Vertreter, welche in ähnlicher Weise wie die verwandten Stoffe im Thierreich in den physikalischen Eigenschaften zwar manche Verschiedenheiten zeigen, in ihrer elementaren Zusammensetzung aber nahezu übereinkommen. Ein kleiner Theil derselben erscheint in der Form des Pflanzenalbumins, welches mit dem thierischen Eiweiß fast in jeder Beziehung identisch ist: die größere Menge dagegen in der des Pflanzenfibrins, einer dem Faserstoff des Bluts analogen Substanz. Eine dritte Form endlich, der Pflanzenleim, theilt die meisten Eigenschaften des Käsestoffs. Die Abweichungen, welche diese drei Stoffe in den einzelnen Getreidearten wahrnehmen lassen, scheinen untergeordneter Natur zu sein und auf fremdartige Beimengungen zurückgeführt werden zu müssen. Neben den Hämatogeneten gebührt unter den Bestandtheilen der Cerealien, dem Amylum der zweite Platz. Die Körnchen desselben liegen in dem aus Cellulose bestehenden parenchymatösen Zellgewebe abgelagert. Von sehr geringer Bedeutung sind dagegen für die Zwecke der Ernährung die fettigen und harzartigen Stoffe. Die Cellulose wird in dem Zustande, in welchem sie sich in den reifen Getreidesamen findet, in der Regel gar nicht verwandt. Neben den organischen Materien sind nicht zu übersehen die für den Wiederersatz so wichtigen anorganischen Bestandtheile. Sie kommen hier um so mehr in Anschlag, als die aus den Getreidearten bereiteten Speisen für ganze Classen der Gesellschaft fast die ausschließliche Nahrung ausmachen.

Wir theilen hier zunächst die durch Analysen festgestellte Zusammensetzung der Cerealien mit, bemerken jedoch, daß die Zahlen nur einen approximativen Werth haben, weil nach Cultur- und Bodenverhältnissen, sowie nach dem Clima die einzelnen Bestandtheile in hohem Grade schwanken[1]).

Horsford und Krocker[2]) berechneten die Menge der Proteinstoffe aus dem Stickstoffgehalt, die des Amylum aus der durch den Gährungsproceß gebildeten Kohlensäure und gelangten auf diese Weise zu weit genaueren Resultaten, als nach der älteren Methode durch mechanische Scheidung erreicht werden konnten. Sie fanden A im Weizen

bei 100° C. getrocknet:

	Weizen aus Hohenheim.			Einkorn aus Gießen.	Weizenmehl aus Wien.		
	Talavera W.	Whitingtonscher W.	Sandomierz. W.		Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Kleber und Eiweiß	16,52	17,09	17,15	13,20	19,15	13,53	21,93
Stärke	56,25	32,45	53,37	54,63	65,68	67,17	57,45
Cellulose, Gummi und Zucker . . .	24,53	26,13	25,52	29,89	14,09	18,20	20,58
Asche	2,80	3,13	2,40	2,01	0,70	0,66	1,11
	100,10	98,80	98,44	99,73	99,62	99,56	101,07
Feuchtigkeit der frischen Substanz .	15,43%	13,93%	15,48%	14,40%	13,83%	13,65%	12,73%

[1]) Nach H. Davy ist das Getreide warmer Gegenden weit reicher an Proteinstoffen, als das kalter. Hermbstädt sah die Menge derselben zunehmen bei ammoniakreicher Düngung.

[2]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 58. S. 166 und 212.

Boussingault, welcher nach denselben Grundsätzen untersuchte, fand in 24 Weizensorten den Gehalt des Mehls an Kleber und Eiweiß zwischen 18,2 und 26,5, im Mittel zu 21,7 Procent. Nach den Arbeiten älterer Chemiker (durch Auswaschen) variirt der Klebergehalt von 8 bis 24 Procent, der an Stärke von 66 bis 77 Procent.

Die anorganischen Verbindungen betragen durchschnittlich 2 Procent, wovon der größere Theil den Hülsen angehört. Ihre Zusammensetzung fällt nach der Art des Bodens sehr verschieden aus.

	Rother Weizen.	Weißer Weizen.		
Kali	21,87	33,84	6,43	25,90
Natron	15,75	—	27,79	0,44
Kalk	1,93	3,09	3,91	1,96
Magnesia	9,60	13,54	12,98	6,91
Eisenoxyd	1,36	0,31	0,50	1,33
Phosphorsäure	49,36	49,21	46,14	60,39
Schwefelsäure	—	—	0,27	—
Kieselerde	0,15	—	0,42	3,37 (m. Sand)
	100,02	99,99	98,44	100,30
	Will u. Fresenius.		Bichon.	Erdmann.

B. Der Roggen enthält sehr wenig Pflanzenfibrin, dagegen einen dem Casein sich nähernden Proteinstoff (Pflanzenleim).

Horsford und Krocker fanden folgende Zahlenwerthe:

	Roggenmehl aus Wien.		Roggenmehl aus Hohenheim.	
	Nr. 1.	Nr. 2.	Schilfroggen.	Staudenroggen.
Kleber und Eiweiß	11,92	18,69	17,73	15,76
Stärke	60,91	54,48	45,09	47,42
Cellulose, Gummi, Zucker	24,74	24,49	35,25	26,47
Asche	1,33	1,07	2,37	1,09
	98,90	98,73	101,02	100,80
Feuchtigkeit der frischen Substanz	13,78%	14,68%	13,94%	13,82

Die Asche besteht nach den Analysen von Bichon und Fresenius und Will aus:

	Roggen von Gießen.	Roggen von Cleve.
Kali	31,89	11,43
Natron	4,33	18,89
Kalk	2,84	7,05
Magnesia	9,86	10,57
Eisenoxyd	0,80	1,90
Phosphorsäure	46,03	51,81
Schwefelsäure	0,17	0,51
Kieselerde	1,42	0,69
Kohle, Sand rc.	2,66	—

C. Die Gerste und der Hafer kommen in ihrer Zusammensetzung den vorhergehenden ziemlich nahe. Die Ansicht von Proust, nach welcher

der größte Theil der stickstofffreien Substanz in der Gerste nicht Stärkemehl, sondern eine dem ähnliche, aber in heißem Wasser unlösliche Materie (Hordein) sei, scheint auf einem Irrthum zu beruhen. Ebenso wenig dürfte die Annahme einer eigenthümlichen Proteinverbindung im Hafer, des Avenins nach Norton, gerechtfertigt werden können.

Horsford und Krocker fanden

bei 100° getrocknet:

	Wintergerste.	Jerusalemgerste.	Kamtschatkahafer.	Weißer Rispenhafer.	Gerste aus Schottland.
Kleber und Eiweiß	17,70	14,72	17,99	12,17	15,24
Stärkemehl	38,31	42,34	37,41	84,74	39,86
Hülsen, Gummi, Zucker	42,33	42,46	45,67		46,19
Asche	5,52	2,84	4,14	3,09	3,26
Feuchtigkeit der frischen Substanz	13,80%	16,79%	12,94%	9,46%	12,71% Thomson.

Der Gehalt an eiweißartigen Verbindungen erscheint in beiden verhältnißmäßig groß, um so mehr, wenn man in Anschlag bringt, daß die Hülsen einen nicht unbeträchtlichen Theil des Gesammtgewichts ausmachen. In der Asche fanden

	Bichon.	Erdmann.	Boussingault.
	Gerste bei Cleve.	Gerste in Sachsen.	Hafer.
Kali	3,91	20,91	12,9
Natron	16,97	—	—
Kalk	3,36	1,67	3,7
Magnesia	10,05	6,91	7,7
Eisenoxyd	1,93	2,10	1,3
Phosphorsäure	40,63	38,48	14,9
Schwefelsäure	0,26	—	1,0
Kieselerde	21,99	29,10	53,3

D. Mais, Reis und Buchweizen finden zwar nicht so allgemeine Anwendung, wie die bisher berührten Substanzen, jedoch vertreten sie in manchen Gegenden die Stelle derselben. Sie enthalten auch im Wesentlichen dieselben Bestandtheile, wie diese.

Horsford und Krocker fanden folgende Zahlenwerthe:

	Maismehl von Hohenheim.	Maismehl zu Polenta. Wien.	Reis.	Buchweizenmehl.
Kleber und Eiweiß	14,66	13,65	7,40	6,88
Stärkemehl	66,34	77,74	86,21	65,05
Hülsen, Zucker, Gummi, Fett	18,18	7,16	5,39	26,47
Asche	1,92	0,86	0,36	1,09
Wassergehalt	14,96%	13,36%	15,14%	15,12

Die Asche enthält:

	Mais.	Buchweizen.
Kali } . . .	30,8	8,75
Natron }		20,13
Kalk	1,3	6,67
Magnesia . . .	17,0	10,39
Eisenoxyd . . .		1,05
Phosphorsäure .	50,1	50,15
Schwefelsäure .		2,17
Kieselerde . . .	0,8	0,69
	Letellier.	Bichon.

Die Samen des Mais sind reicher an Fett als die übrigen Cerealien; sie enthalten bis zu $4^1/_2$ Proc. eines gelben dickflüssigen Oels. Im Reis fand Braconnot nur 3,8 Proc. eiweißartiger Substanz, im Mais Gorham nur 2,8 Proc., Zahlenwerthe, welche viel geringer sind, als die von Horsford und Krocker mitgetheilten.

Die Bereitung der Cerealien für die diätetische Verwendung hat zunächst die Entfernung der unverdaulichen Epidermishüllen und die vollständige Zertrümmerung der Samen zum Ziel. Bei der Abschälung der Hülsen geht leider der Theil der Mehlsubstanz verloren, welcher, wie Payen nachwies und Fürstenberg bestätigte, gerade am reichsten an Kleber ist, dessen relative Menge gegen die Mitte des Korns immer mehr abnimmt. Die weitere Verwendung des Mehls geschieht in sehr verschiedener Weise. In der Regel wird die Masse mittelst des Gährungsprocesses in eine poröse Substanz verwandelt, welche geeignet ist, den lösenden Agentien der Digestionsorgane eine große Angriffsfläche zu bieten. Es ist dies besonders der Fall bei der Brotbereitung [1]). Die Gährung des Teiges wird hier, wenn sie bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist, durch höhere Temperatur unterbrochen. Die Hitze verwandelt den Kleber, nachdem er durch die entwickelte Kohlensäure porös geworden ist, in eine feste Masse, die Stärkemehlkügelchen werden gesprengt und zum Theil in Gummi verwandelt. An der Oberfläche entsteht durch die Röstung eine eigenthümliche brenzliche Substanz (Reichenbach's Assamar), welcher der Rinde ihren Geschmack und Geruch verdankt. Die Güte des Brotes und dessen Einfluß auf die Ernährung hängt einestheils von der Zusammensetzung des Mehls ab, insbesondere von dessen Reichthum an Kleber, anderntheils von der Leitung des Gährungsprocesses und dem Backen. Die Quantitäten seiner einzelnen Bestandtheile fallen hiernach sehr verschieden aus; analytische Zahlen, welche wir besitzen, können nur eine annähernde Ansicht geben. Im Allgemeinen entspricht die Zusammensetzung des Weizenbrotes, Roggenbrotes ꝛc. der der resp. Mehlarten, wobei jedoch nicht außer Acht zu lassen ist, daß der Wassergehalt des Brotes um 30 bis 35 Proc. höher ist, als der des Mehls [2]), so wie daß ein kleiner Theil des Klebers und der Stärke bei der Gährung verloren geht [3]).

[1]) Bei der Bereitung des schwarzen Roggenbrots, welches im nordwestlichen Deutschland gebräuchlich ist, geschieht dies nicht. Es ist hier nicht nöthig, weil die eingemengte Kleie die Substanz brüchig erhält. Die Verwendung des kleberreicheren Mehls der Hülsen sichert dieser Brotart einen hohen Nutritionswerth.

[2]) Dumas fand den Wassergehalt in sehr vielen Proben Brot, zwischen 2 und 12 Stunden alt, nicht unter 45 und nicht über 51 Proc.

[3]) Nach Thomson beträgt dieser Verlust 7 Proc., nach Frickinger's wahrscheinlicherer Angabe dagegen nur $1^1/_2$ Proc.

Der Gehalt an Proteinstoffen wurde von Thomson gefunden in:

Naumburger Brot zu	16,49	Proc.
Dresdener Weißbrot	14,30	»
Berliner Brot	14,21	»
Glasgower Brot (mit Salzsäure und Soda bereitet)	13,39	»

Beziehungen der Cerealien zur Nutrition.

Der Ernährungswerth des Getreides wird hauptsächlich repräsentirt durch seinen Gehalt an Hämatogeneten, welcher in den einzelnen Arten die eben mitgetheilten Zahlenwerthe zeigt. Es stellt sich in diesem Sinne folgende Skale heraus:

	Mittlere Werthe der Proteinstoffe.	
Weizenmehl	21 Proc.	(Boussingault)
Roggenmehl	16 »	H. u. Kr.
Gerste	16 »	—
Hafer	15 »	—
Maismehl	13 »	
Reis	7 »	—
Buchweizenmehl	6,5 »	—

Von geringerer Wichtigkeit als die eiweißartigen Substanzen sind die Kohlenhydrate. Ihre Menge ist in Verhältniß zu den ersteren für die Bedürfnisse des thierischen Haushaltes immer ausreichend. (Vergl. unten über das Verhältniß der blutbildenden zu den wärmeerzeugenden Nahrungsstoffen.)

In Bezug auf die Salze macht der gänzliche Mangel an Chlormetallen den Zusatz von Kochsalz unerläßlich; derselbe wird auch geboten durch die Armuth an Natron, welche die Aschenanalyse meistens wahrnehmen läßt. Die Kalkerde tritt in manchen Gegenden in Vergleich mit der, dieselbe nicht für alle Zwecke ersetzenden, Talkerde zu weit zurück. Der Gehalt an Eisen dürfte in der Regel ausreichend sein.

2. Die Hülsenfrüchte (Leguminosen).

enthalten sämmtlich in ihren Samen eine dem Casein der Milch nahe kommende Materie, das Legumin; außerdem Amylum in Form kleiner Körnchen, Cellulose 2c.

Die Mengenverhältnisse dieser Bestandtheile sind nach dem Entwickelungsstadium, welches die Samen erreichen, sehr verschieden: Amylum sowohl als Legumin nehmen mit der Reife zu. In Bezug auf die mechanische Anordnung ist die dicke, aus Zellen bestehende Epidermishülle, welche allen Angriffen der Verdauungsflüssigkeiten Widerstand zu leisten vermag, nicht außer Acht zu lassen.

Es gehören zu dieser Gruppe die Erbsen, Bohnen und Linsen mit ihren verschiedenen Abarten.

Die älteren Analysen ergaben über ihre Zusammensetzung Folgendes:

	Erbsen.		Bohnen Phaseolus comm.		Saubohnen Vicia faba		Linsen.
	Braconnot.	Einhof.	Einhof.	Braconnot.	Einhof.	Braconnot.	Einhof.
Proteinstoffe	26,4	16,3	22,2	23,5	11,7	23,6	37,3
Stärke . .	42,6	32,2	35,9	42,3	34,2	42,3	34,8
Schalen ·	8,3	?	7,5	7,0	10,0	7,0	18,7

Die neueren, auf Elementaranalysen basirten Untersuchungen von Horsford, Thomson und Krocker weichen hiervon in manchen Punkten ab:

	Horsford und Krocker.					Thomson.
	Tischerbsen. Wien.	Felderbsen. Gießen.	Tischbohnen. Wien.	Große weiße Bohnen. Gießen.	Linsen. Wien.	Saubohnen. Schottland
Pflanzencasein und Eiweiß .	28,02	29,18	28,54	29,31	30,46	29,43
Stärke . .	38,81	66,23	37,50	66,17	40,00	66,61
Gummi . .	28,50		29,10		25,06	
Asche . . .	3,18	2,79	4,38	4,01	2,60	3,06
Hülsen . .	7,65	6,11	4,11	4,41	?	?
Feuchtigkeit der frischen Substanz	13,43	19,50	13,41	15,80	13,01	10,00

Für die Asche ergab sich Folgendes:

	Erbsen.	Bohnen.	Linsen.
Kali . . .	39,51	38,89	34,31
Natron . .	3,98	11,78	13,30
Kalkerde .	5,91	5,90	6,24
Magnesia .	6,43	9,03	2,44
Eisenoxyd .	1,05	0,11	1,98
Phosphorsäure	34,50	31,34	35,82
Kochsalz .	3,71	—	—
Schwefelsäure	4,91	2,47	—
Kieselerde .	—	0,44	1,31
Chlor . .		0,33	4,56
	Fresenius und Will.	Levi.	

Der Nutritionswerth der Leguminosen stellt sich vermöge ihres Reichthums an Pflanzencasein im Allgemeinen um $1/_{3}$ höher, als der der Cerealien. Ihre anorganischen Bestandtheile zeichnen sich aus durch die Menge der Alkalien und der Schwefelsäure. Ihr Gehalt an Phosphorsäure ist, bei etwas größerer Menge von Kalkerde, dagegen um $1/_{10}$ kleiner, als im Weizen und Roggen. Wegen des letzteren Umstandes den Leguminosen

einen geringeren Ernährungswerth zuzuschreiben, als dem Getreide, wie es Liebig that, dürfte wohl kaum zu rechtfertigen sein [1]).

3. Die Kartoffeln.

Eine Frucht, deren um sich greifende Cultur wesentlich zur Gestaltung der socialen Verhältnisse der Neuzeit beitrug. In Deutschland erst seit den 70ger Jahren des vorigen Jahrhunderts in größerem Maaßstabe angebaut, trat dieselbe durch die Leichtigkeit ihres Gedeihens und durch die Möglichkeit, mittelst ihrer Cultur dem Boden größere Mengen von Nahrungsstoffen abzugewinnen, als durch irgend einer andere [2]), bald in siegreiche Concurrenz mit dem Getreide. Die Folgen hiervon waren doppelter Art. Sie erleichterte die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses und gestattete eine rasche Zunahme der Population, welche ohne sie in dem Grade kaum möglich gewesen wäre. Diese günstige Wirkung wurde indeß durch das Unheil, welches sich in ihrem Gefolge einstellte, bald ausgeglichen. Sie wurde nämlich in kurzer Zeit die Hauptnahrung der dürftigen Classen der Gesellschaft, sie trat bei diesen an die Stelle der Cerealien, deren Platz sie wegen Armuth an Blutbildern unmöglich ausfüllen konnte. Mangelhafte Ernährung, Sinken der physischen und geistigen Energie waren hiervon die Folge.

Die Kartoffel ist eine knollenartige Wurzelanschwellung, deren Gewebe der Hauptsache nach aus polyedrischen Zellen besteht, welche in ihrem Innern einen dünnflüssigen Saft und Amylum in Form von rundlichen Körnchen enthalten. Der Saft reagirt sauer, von freier Aepfelsäure, Phosphor- und Salzsäure. Er enthält Eiweiß in Auflösung und eine sehr spärliche Menge (etwa $1/_{1000}$) eines leicht krystallisirbaren indifferenten Stoffes, des Asparagins ($C_8N_4H_{16}O_6$). Das Zellgewebe besteht aus Cellulose. Nach Außen wird das Ganze von einer dünnen Epidermishülle umgeben. Die quantitativen Verhältnisse dieser Bestandtheile sind bei der hohen Wichtigkeit, welche diese Frucht als Nahrung und für industrielle Zwecke gewonnen hat, sehr häufig und genau festgestellt.

Nach Einhof und Lampadius bestehen die Kartoffeln aus 70 bis 81 Proc. Wasser und 30 bis 19 Proc. fester Theile. Von den letzteren sind 1 bis $1\frac{1}{2}$ Proc. Eiweiß und 9 bis 18 Proc. Stärke.

---

[1]) An die Leguminosen schließen sich, vermöge ihres Reichthums an Proteinstoffen die als Nahrungsmittel bei weitem unwichtigeren fettreichen Samen, die verschiedenen Arten von Nüssen, Mandeln etc. Um ein Beispiel von ihrer Zusammensetzung zu geben, theilen wir die der süßen Mandeln mit. Boullay fand darin: Haut 5,0, fettes Oel 54,0, Eiweiß 24,0, Zucker und Gummi 9,0, Cellulose 4,0, Wasser 3,0. Ferner die Pilze, welche neben Cellulose, Mannit, Pflanzenschleim und organischen Säuren viel eiweißartige Substanz enthalten. Schloßberger und Döpping wiesen in den Agaricusarten, für d.e trockene Substanz berechnet, 3,22 bis 7,26 Procent Stickstoff nach. Der Wassergehalt betrug gegen 90 Proc.

[2]) Von einer Hectare Landes wurden unter gleichen Umständen geerntet:

	in Weizen	in Korn	in Erbsen	in Kartoffeln
Stickstoffhaltige Substanzen	510 Pfd.	440 Pfd.	560 Pfd.	950 Pfd.
Stärke	1590 »	1196 »	780 »	6840 »
Mineralische Stoffe .	90 »	62 »	60 »	323 »

Körte fand bei 55 Arten den Wassergehalt zwischen 68 und 76 Proc., die festen Bestandtheile zwischen 24 und 32 Proc., die Stärke zwischen 8 und 16 Proc. schwankend.

Siemens erhielt in 66 Analysen als Mittelwerthe 24,93 Proc. trockene Substanz und 15,98 Proc. Amylum.

Horsford und Krocker gelangten durch die Elementaranalyse, welche hier indeß wegen der Gegenwart des Asparagins weniger zuverlässig sein dürfte, zu folgenden Ergebnissen:

	Weiße Kartoffeln.	Blaue aus Gießen.	Andere Sorten.
Eiweiß und Asparagin . .	2,49	2,37	
Stärke	17,98	23,21	16,18
Sonstige organische Stoffe.	3,60	4,18	7,02
Asche	0,90	1,04	
Trockene Substanz . . .	24,97	30,80	23,20
Wasser	74,95	69,94	76,80

Die mineralischen Bestandtheile ergaben folgende Zusammensetzung:

	Boussingault.	Way.
Kali . . .	59,97	46,96
Natron . .	Spuren	»
Kalkerde. .	2,09	3,35
Magnesia .	6,29	13,58
Eisenoxyd .	0,57	»
Phosphorsäure	13,16	11,91
Schwefelsäure	8,26	6,50
Chlor . .	3,14	—
Chlornatrium	—	2,41
Chlorkalium	—	8,11
Kieselerde .	6,52	7,17.

A. Vogel fand in der Asche:

a. in Wasser unlösliche Stoffe 17,5,
b. » » lösliche » 82,5.

a. Die unlöslichen Theile bestanden aus phosphorsaurem Kalk mit Spuren

von Talkerde, Thonerde, Eisenoxyd . . . 9,00
kohlensaurer Kalk- und Talkerde . . . . 8,50.

b. Die löslichen enthielten

schwefelsaures Kali 15,09
phosphorsaures Kali 12,38
kohlensaures Kali 21,01
kohlensaures Natron . . . . 34,02.

Der Nutritionswerth der Kartoffeln stellt sich, wenn wir die Mengenverhältnisse ihrer Bestandtheile und die Beziehungen derselben zur Ernährung berücksichtigen, gering dar. Ihr Gehalt an Eiweiß ist so spärlich, daß es bei dem großen Volumen, welches sie vermöge ihres Wasserreichthums einnehmen, unmöglich erscheint, durch sie allein die für das Bestehen des Lebens-

processes erforderliche Menge von Hämatogeneten einzuführen. Der Eiweißgehalt der Kartoffel beträgt 1 bis $1\frac{1}{2}$ Procent; der mittlere nothwendige Verbrauch an Proteinstoffen bei einem erwachsenen Menschen beläuft sich auf 60 bis 66 Grm. für 24 Stunden, zur Bestreitung derselben sind also 4 bis 6 Kilogramm (8 bis 12 Pfund) Kartoffeln nöthig, ein Quantum, welches in diesem Zeitraume der Magen gar nicht zu fassen und zu verarbeiten vermag. Ausschließlich von dieser Frucht zu leben, ist also für die Dauer unmöglich. Mit dieser Armuth an Blutbildern steht der verhältnißmäßig große Gehalt an Kohlehydraten in einem Mißverhältniß, welches nur dadurch ausgeglichen werden kann, daß die Kartoffeln neben sehr eiweißreichen Substanzen, Fleisch ꝛc., genossen werden. In diesem Falle sind sie einer zweckmäßigen Verwendung fähig.

Die anorganischen Bestandtheile entsprechen eben so wenig, wie die organischen, den Anforderungen, welche von Seiten des Stoffwandels an die Nahrung gestellt werden. Abgesehen von dem geringen Gehalt an Natron und Chlor, welchen diese Frucht mit den meisten anderen vegetabilischen Nutrimenten theilt, ist die Asche sehr arm an Phosphorsäure. Das Quantum derselben beträgt nur $\frac{1}{4}$ von dem, welches in den Cerealien gefunden wird. A. Vogel fand in der Kartoffelasche weniger als 9 Proc. Erdphosphate; die Gesammtmenge der Asche beläuft sich auf 1 Proc.; 2 Kilogramm (4 Pfd.) Kartoffeln enthalten also weniger als 1,8 Grm. Erdphosphate, eine Quantität, die, wenn sie, was indeß niemals der Fall wird, vollständig aufgenommen würde, kaum zur Deckung des durch die Harnsecretion allein gesetzten Verlustes von phosphorsaurer Kalkerde genügen würde [1]).

Im Angesichte dieser Thatsachen dürfen wir uns nicht wundern, wenn wir die Unglücklichen, welche fast ausschließlich auf diese Nahrung angewiesen sind, ungeachtet sie enorme Mengen derselben zu sich nehmen, bleich, anämisch, kraftlos werden sehen, wenn uns die tägliche Erfahrung Kinder vorführt, die unter dem Einflusse einer solchen Diät scrophulös oder rhachitisch wurden. Wir werden unten bei der Verdauung nachweisen, daß die mechanische Vertheilung der nährenden Bestandtheile dieser Frucht in dem schwerlöslichen Gewebe von Cellulose bei weitem nicht immer eine vollständige Digestion derselben gestattet, daß sehr häufig Theile derselben fast unverändert wieder ausgeschieden werden. Ihr Nutritionswerth stellt sich also noch geringer, als die chemische Analyse erwarten ließ.

4. Die pectinreichen Nahrungsmittel.

Eine große Reihe von Vegetabilien, welche als Nutriment verwandt werden, enthält als nährenden Bestandtheil hauptsächlich Pectin. In der Regel findet sich dieser Stoff verbunden mit Zucker, Pflanzensäuren und deren Salze, sowie mit geringen Mengen eiweißartiger Körper. Selten ist gleichzeitig auch Amylum vorhanden. Zu dieser Gruppe gehören die Möhren, Mohrrübe (Daucus carota), die Pastinake (Pastinaca sativa), die rothe Rübe (Beta rubra), die weiße Rübe (Brassica rapa) mit ihren Spielarten, die Steckrübe (Brassica napus) und der Kohlrabi (Brassica oleracea) ꝛc.

---

[1]) Lehmann entleerte in 24 Stunden mit dem Harn bei animalischer Kost 3,37 bis 3,64 Grm. Erdphosphate, bei strenger Diät aus gemischter Nahrung im Mittel 1,09 Grm.

Ueber die Mengenverhältnisse ihrer Bestandtheile wissen wir Folgendes:

	Eiweiß.	Wasser.	Eiweißgehalt der trockenen Substanz.	Salzgehalt derselben.
Möhren [1])	1,48 Proc.	86,10 Proc.	10,66 Proc.	5,77 Proc.
Rothe Rübe	2,83 »	81,61 »		6,43 »
Rothe Rübe	3,03 »	81,61 »	10,20 » Rohrzucker	
Gelbe Rübe	1,54 »	83,28 »	9,25 »	4,01 »
Kohlrabi	1,54 »	87,78 »	12,64 »	7,02 »
Steckrübe	1,42 »	91,80 »		

Der Gehalt an anorganischen Stoffen ist in allen hierher gehörigen Nutrimenten nicht unbeträchtlich, er beträgt nahezu das Doppelte von dem der Kartoffel. Boussingault fand folgende Zusammensetzung der Asche:

	I. der Steckrübe.	II. der Runkelrübe.
Kali	41,85	48,96
Natron	5,10	7,54
Kalk	13,55	8,78
Talkerde	5,35	5,52
Eisenoxyd	1,49	3,11
Phosphorsäure	7,55	7,54
Schwefelsäure	13,55	2,01
Chlor	3,60	6,52
Kieselerde	7,96	10,02

Der Nutritionswerth dieser Substanzen ist also ein geringer, er erreicht kaum den der Kartoffel. Die Menge der Hämatogeneten ist zwar im Allgemeinen etwas beträchtlicher (1½ bis 3 Proc.): allein dafür zeigt sich die der Kohlehydrate bei dem bedeutenden Wasserreichthum (80 bis 90 Proc.) hier viel kleiner, als dort. Auch die anorganischen Verbindungen gestalten sich hier ungünstiger. Die Quantität der Phosphorsäure erreicht nur die Hälfte von der der Kartoffelasche, also nur ⅛ von der in den Cerealien vorkommenden Menge.

Zu den pectinreichen Stoffen gehören ferner noch die Obstarten. So ungemein zahlreich die Früchte sind, welche unter diesem Namen verwandt werden, so verschieden sich dieselben in ihrem Geschmacke und den übrigen Eigenschaften darstellen, eine so große Uebereinstimmung herrscht in ihnen, wenn wir auf ihre näheren Bestandtheile, durch welche sie sich bei dem Ernährungsproceß betheiligen, eingehen. Sie sind sämmtlich sehr reich an Wasser, ihre festen Bestandtheile bestehen fast in allem aus Pectin, Zucker, Cellulose, neben welchen freie und an Basen gebundene Pflanzensäuren, besonders Aepfel- und Citronensäure sich in größerer oder geringerer Menge nachweisen lassen. Eiweißartige Stoffe sind immer nur spärlich vorhanden, Amylum fehlt wenigstens gänzlich. Der Geruch und zum Theil auch der Geschmack derselben hängt von geringen Quantitäten ätherischer Oele ab, welche in ihrer Schale oder auch in ihrer Substanz vorkommen.

---

[1]) Sie enthält einen rothen Farbstoff in krystallinischer Form, das Carotin, ferner äpfelsaure Salze und zuweilen wenigstens geringe Mengen von Amylum.

Um eine Anschauung von den Mengenverhältnissen ihrer Bestandtheile zu geben, mögen die von Bérard [1]) angestellten Analysen hier Platz finden.

	Pfirsiche.	Aprikosen.	Pflaumen.	Kirschen.
Wasser	80,24	74,87	71,10	74,85
Farbstoffe		0,10	0,08	
stickstoffhaltige Materie	0.93	0,17	0,28	0,57
Gummi (Pectin?) . .	4,85	5,12	2,06	3,23
Zucker	11,61	16,48	24,81	18,12
Fasergewebe	1,21	1,46	1,11	1,12
Aepfelsäure 2c. . . .	1,10	1,80	0,56	2,01
Kalkerde	0,06	Spuren	Spuren	0,10

Aehnlich gestalten sich die Verhältnisse bei den Apfelfrüchten, den verschiedenen Beerenarten 2c.

Der Nutritionswerth der Obstarten ist hiernach sehr gering, und die spärliche Menge von Hämatogeneten liefert für den Wiederersatz kaum einen nennenswerthen Beitrag; etwas größer ist der Gehalt an Kohlehyraten. Die pflanzensauren Salze, welche meistens in ansehnlicher Menge vorhanden sind, werden im Blute zu kohlensauren Verbindungen, und machen den Harn alkalisch, eine Eigenschaft, welche ihre Anwendung bei harnsaurer Steindiathese wenigstens als Palliativmittel empfehlen kann.

5. Die grünen krautartigen Nahrungsmittel.

In allen jungen Trieben und krautartigen Pflanzentheilen findet sich als Zelleninhalt, und in den Saftgefäßen eine Flüssigkeit (das Cambium), welche die Materialien für die Neubildung der vegetabilischen Gewebe liefert. Sie enthält hauptsächlich stickstofflose Verbindungen, welche ihrer Zusammensetzung nach mit der Cellulose übereinkommen, oder sich ihr wenigstens nähern, in aufgelöster Form: Dextrin, Gummi und Zucker, außerdem aber auch eiweißartige Stoffe. Die Zellenwände der jungen Pflanzentheile bestehen aus einem dünnen Häutchen von Cellulose, welche zuweilen noch in dem Zustande sich findet, wo sie durch Jod gebläut wird, also noch dem Amylum sehr nahe steht und die dieser Substanz eigenthümlichen Umwandlungen mit Leichtigkeit eingeht. Bei weiterer Entwicklung des Pflanzengewebes wird das Verhältniß ein anderes, in dem Zelleninhalt finden sich keine Proteinstoffe mehr, während diese in den Zellenwänden gefunden werden. Sie erscheinen hier in einem sehr schwer löslichen Zustande. Die Wandungen incrustiren sich nämlich mit Substanzen verschiedener Art, welche das Eiweiß in sich aufnehmen [2]). Bei manchen Flechtenarten besteht die Verdickung aus schichtweise gelagertem Amylum, in den Aepfeln 2c. aus Pectose, in den Fucusarten aus Pflanzenschleim. Bei den meisten Pflanzen indeß incrustirt sich die primäre Zellenwand mit Holzsubstanz, welche die Proteinstoffe fest umschließt, und sie den Lösungsmitteln der Digestionsorgane vollkommen unzugänglich macht.

---

[1]) Ann. de Chim. et de Physic. 1821 Mars T. XVI.

[2]) Nur bei einzelnen Pflanzen, welche künstlich in einen gewissen krankhaften Zustand versetzt sind, tritt diese Verdickung nicht ein, so bei vielen unserer Gartengewächse, dem Salat, der Endivie 2c.

Aus diesem Verhalten des Pflanzengewebes erklärt es sich, warum die jungen krautartigen Pflanzentheile fast sämmtlich als Nahrungsmittel verwandt werden können. Eine nicht geringe Zahl von Vegetabilien wird ausschließlich zu diesem Ende cultivirt.

Es gehören dahin die verschiedenen Kohlarten (Brassica oleracea), wie die Br. oler. fruticosa, acephala, capitata bullata; Br. sabanda, Br. cap. laevis ꝛc. ferner der Spinat (Spinacia oleracea) der Lattich (Lactuva sativa, mehrere Rumexarten wie R. acetosa, alpinus ꝛc. Sie enthalten alle als Nahrungsstoffe die eben angeführten Bestandtheile, zu denen sich noch in der Regel Pflanzensäuren und deren Salze hinzugesellen. Die Mengenverhältnisse derselben, welche nach dem Alter nicht unbedeutende Schwankungen zeigen dürften, sind noch nicht genügend bestimmt [1]). Der Wassergehalt ist in allen hierher gehörigen Stoffen sehr beträchtlich. Ihre mechanischen Eigenschaften sind der Einwirkung von Seiten der lösenden Agentien des Verdauungscanals wenig günstig. Nach außen mit einer mehr oder minder dicken Schicht Epidermis umgeben, stellt ihr Gefüge ein aus Cellulose bestehendes Maschennetz dar, dessen Inhalt nur langsam gelöst und extrahirt wird. Sie werden daher meistens nur unvollkommen verdaut; man findet constant im unteren Theile des Darmcanals Ueberbleibsel, welche in ihren anatomischen Verhältnissen noch unverändert erscheinen, große Stücke parenchymatosen Zellgewebes mit Zelleninhalt aus Chlorophyll ꝛc. bestehend, von Gefäßbündeln durchzogen und mit Epidermis bedeckt.

Der Nutritionswerth ist bei allen diesen Substanzen ein sehr geringer, sowohl vermöge ihres Wasserreichthums und der Armuth an Blutbildern und Kohlehydraten, als auch wegen ihrer Schwerlöslichkeit. Eine genaue Feststellung desselben ist nicht möglich, weil die nöthigen analytischen Belege fehlen und weil nicht ermittelt werden kann, wie weit bei der Verdauung die einzelnen Bestandtheile der Auflösung und Ueberführung in das Gefäßsystem fähig sind.

Die Gewürze.

Die Speisezusätze, welche theils zur Verbesserung des Geschmacks, theils zur Beförderung des Digestionsprocesses angewandt werden, stammen sämmtlich aus dem Pflanzenreich. Ein Beitrag zum Ersatz verbrauchter Materien wird von ihrer Seite nicht geliefert. Ihre Wirkung ist hauptsächlich eine locale und äußert sich durch Anregung der secernirenden Thätigkeit der Schleimhaut des Intestinaltractus und dessen Drüsen, sowie durch Bethätigung der peristaltischen Bewegung. In größerer Menge eingeführt, können sie jedoch auch in den Stoffwechsel eingreifen, nach ihrem Uebergange ins Blut erregend auf Nerven- und Gefäßsystem wirken, und die Thätigkeit der Secretionsorgane modificiren.

Die meisten Gewürze verdanken ihre Wirksamkeit ätherischen Oelen, welche theils Schwefel enthalten, theils dagegen nicht. Ein schwefelhaltiges Oel findet sich im schwarzen Senf, ferner im Knoblauch, im Meeretig, den Zwiebeln u. s. w. Es ist merkwürdig, daß diese ätherischen Oele dasselbe Radical enthalten, das Allyl (C_6 H_4), welches im Senföl mit Schwefelcyan (Rhodan), im Knoblauchöl mit Schwefel verbunden ist. Das erstere

[1]) Schrader fand im Safte des Weißkohls 0,29 Proc. Eiweiß und 2,89 Proc. Gummi.

kann daher als Rhodan-Allyl ($C_6 H_5 + C_2 N S_2$) das andere als Schwefelallyl ($C_6 H_5 S$) betrachtet werden. Im Organismus tritt das Rhodan des Senföls an Ammonium und wird als Rhodanammonium mit dem Harn ausgeschieden: was aus dem Allyl wird, wissen wir nicht. (Vergl. oben Seite 691) Aetherische Oele ohne Schwefel enthalten die Muskatblüthen, der Zimmt, die Gewürznelken, Petersilie, Sellerie u. s. w. Nur ausnahmsweise enthalten die in Rede stehenden Stoffe als wirksames Agens Alkaloide, wie der Pfeffer das Piperin.

Die Getränke.

Der beträchtliche Verlust an Wasser, welchen, wie oben angedeutet, der lebende Organismus auf verschiedenen Wegen erleidet, macht die Aufnahme einer größeren Menge von Flüssigkeit, als die meisten Nahrungsmittel, in dem Zustande, in welchem sie genossen werden, enthalten, zum Bedürfniß. Zur Befriedigung desselben dient allein das Wasser, welches bald genossen wird, wie die Natur es bietet, bald dagegen vermischt mit anderen Substanzen, welche noch Nebenzwecke erfüllen sollen.

1. Das Wasser,

welches also die Grundlage aller Getränke ausmacht, findet sich nirgend in der Natur vollkommen rein, es ist immer mit andern Stoffen vermischt, welche nach dem Orte seines Vorkommens in Menge und Beschaffenheit sich verschieden darstellen.

Das reinste Wasser ist das Regenwasser. Es enthält jedoch immer ein ansehnliches Quantum atmosphärischer Luft und Kohlensäure, außerdem meistens noch Chlorcalcium, so wie kohlensaure und schwefelsaure Kalkerde.

Das Quellwasser ist reicher an organischen Beimischungen, welche natürlich nach der geognostischen Beschaffenheit der Erdschichten, die es durchsickert, verschieden ausfallen.

Das Flußwasser enthält außerdem noch organische in Zersetzung begriffene Substanzen und aufgeschwemmte Theile der mannigfachsten Art.

Der Luftgehalt des Wassers beträgt je nach dem Zustande der Witterung $1/30$ bis $1/25$, ja selbst $1/20$ vom Volumen des Wassers, so daß in einem Cubikfuß Wasser $33 1/3$ bis 40 bis 50 Cubikzoll Luft enthalten sind. Diese Luft besteht aus denselben Elementen, wie die atmosphärische, nur in anderen Verhältnissen; sie ist weit sauerstoffreicher, als diese. In 100 Cubikfuß Wasser sind durchschnittlich enthalten:

Sauerstoff		1280 C. Z.
Stickstoff	2560 —	2640 C. Z.
Kohlensäure	80 —	160 C. Z.
Zusammen		40000 C. Z. = 4 C. F.

Der Sauerstoffgehalt beträgt also 32 Proc. Durch Kochen wird die Luft ausgetrieben. Die mineralischen Gemengtheile des Trinkwassers, welche für den Nutritionsproceß wichtiger sind, zeigen eine große Mannigfaltigkeit, wovon die beiliegende Tabelle eine Uebersicht gewährt.

In 100000 Gewichtstheilen Trinkwasser:

Ursprung.	kohlensauer Kalk.	kohlensauer Magnesia.	Kieselerde.	schwefelsauer Kalk.	schwefelsauer Magnesia.	Chlor- Calcium.	Chlor- Magnesium.	Chlor- Natrium.	Salpeters. Kali.	Organ. Mater.	Summe der nicht flüchtigen Bestandtheile.	Kohlensäure.	Analytiker.
Seinewasser, oberhalb Paris .	11,3	0,4	0,5	3,6	0,6	1,0	0,8	—	Spur	Spur	18,2	—	Bouchardat
Wasser aus der Marne	10,5	—	0,6	3,1	1,2	—	1,7	—	—	—	18,0	—	»
Wasser aus der Ourq bei St. Denis	17,5	2,0	2,0	15,3	7,0	—	4,0	Spur	—	—	47,8	—	»
Rhonewasser bei Lyon (im Juli) .	10,0	—	Spur	0,6	Spur	Spur	Spur	Spur	—	Spur	10,6	—	Boussingault
» » » » (im Januar)	15,0	—	—	2,0	0,7	—	0,7	—	—	—	18,4	—	Dupasquier
Quelle des Jardin des plantes bei Lyon	27,0	—	—	25,2	—	16,8	1,6	12,6	7,6	Spur	90,8	—	»
Wasser des Genfersee's	7,2	0,7	0,1	2,6	3,1	—	0,9	—	—	0,6	15,2	—	Fingry
Elbwasser bei Dresden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,0	—	Petzold
Wasser des Schloßbrunnens in Dresden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,0	7 C.F.	»
Des Kreuzbrunnens daselbst . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	16 C.F.	»
Artesischer Brunnen in Grenelle bei Paris	6,8	1,42	0,5	schwefelsaures Kali. 12,0	Chlorkalium. 1,09	doppelt kohlens. Kali. 2,96	—	—	—	0,24			Payen

Beziehungen des Wassers zur Ernährung.

Das Wasser, als solches, äußert keinen beträchtlichen Einfluß auf die Nutrition; es dient zum Ersatz des durch Verdunstung und Secretion stetig erfolgenden Verlustes an Flüssigkeit, der Ueberschuß wird sofort wieder ausgeschieden. Nur wenn sehr bedeutende Mengen eingeführt werden, scheint der Stoffwandel sich zu beschleunigen. Becquerel und Lehmann wollen wenigstens unter solchen Umständen eine ansehnliche Vermehrung der Harnstoffausscheidung beobachtet haben. Becquerel entleerte bei gewöhnlicher Diät 33,85 Grm. Harnsubstanzen; trank er ein Litre Wasser mehr, so entleerte er 37,20 Grm., trank er 2 Litre mehr, so stieg die Zahl auf 43,87. Gleichzeitig wird in solchen Fällen die Hautsecretion bethätigt. Es erklärt sich hieraus, die Wirksamkeit, welche die Kaltwasserkuren auf manche chronische Uebel unstreitig äußern. Einen wesentlichen Einfluß auf den Ernährungsproceß erhält das Trinkwasser durch seinen Gehalt an mineralischen Bestandtheilen. Ein Theil derselben wird ins Blut aufgenommen und zum Wiederersatz verwandt, wie das Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium und andere Kalksalze, ein anderer wird mit Harn wieder ausgeschieden, wie der Gyps, die salpetersauren Salze[1]; ein dritter endlich, wie die Kieselerde, viele kohlensauren Verbindungen werden mit dem Stuhle wieder entfernt. Die Pflanzenfresser entnehmen einen Theil der ihnen in der festen Nahrung so spärlich zugemessenen Chlorverbindungen dem Wasser; unter Umständen assimiliren sie ein gewisses Quantum Kalk- und Talkerde aus derselben Quelle. Boussingault[2] fand, daß beim Wachsthum junger Thiere mehr Kalkerde aufgenommen wurde im Knochenskelett, als die feste Nahrung enthielt. Der Ueberschuß, welcher in 93 Tagen 268 Grm. Kalkerde betrug, wurde durch das Trinkwasser geliefert.

Der Einfluß, welchen das Wasser vermöge seines Gehalts an mineralischen Stoffen nach der Meinung mancher Pathologen auf die Entwicklung der Scropheln, des Kropfes und des Cretinismus haben soll, muß vorläufig als nicht genügend erwiesen dahingestellt bleiben.

2. Die große Anzahl verschiedenartiger Getränke, mit welchen uns die Cultur allmählig beschenkte, zum Theil, darf man wohl sagen, heimsuchte, enthält immer als Grundlage Wasser, dem verschiedenartige Stoffe als wirksame Agentien beigemischt sind. Oft bestehen dieselben lediglich aus nährenden Substanzen, wie in den Emulsionen 2c.; meistens dagegen sind es Materien, denen eigenthümliche, das Nervensystem erregende Wirkungen zukommen. Diese letzteren, die wir hier lediglich berücksichtigen werden, da die übrigen nur stark verdünnte Nahrungsmittel darstellen, haben zum Theil, obgleich erst seit wenigen Jahrhunderten in Gebrauch, rasch eine enorme Verbreitung gewonnen und auf die Gestaltung der Sitten und socialen Verhältnisse einen mächtigen, leider nicht immer günstigen Einfluß geübt.

Sie zerfallen in zwei Gruppen, deren erste die Pflanzenaufgüsse umfaßt, die zweite die gegohrenen, Alkohol haltigen Getränke.

---

[1]) In Göttingen, wo das Wasser sehr reich an schwefelsaurer Kalkerde ist, scheiden sich aus dem Harn beim Abdampfen nicht selten nadelförmige Krystalle von Gyps aus.

[2]) Recherch sur le developpement de la substance minerale dans le système osseux du porc. Ann. de Chim. et de Phys. III. sér. T. XVI. p. 486.

A. Die Pflanzenaufgüsse. Der Thee und der Caffee.

Es ist wunderbar, wie der menschliche Instinct, welcher unter Tausenden zu wählen hatte, gerade bei zwei Pflanzen stehen blieb, die weder in ihrer botanischen Stellung, noch in Bezug auf ihre Heimath irgend etwas Gemeinsames haben, von denen noch dazu verschiedene Theile, bei der einen die Blätter, bei der anderen die Bohnen, gewählt werden mußten, die aber beide dieselbe Pflanzenbase, das Caffein oder Thein nebst Gerbstoff enthalten [1]). Gerade diese wurden ausgewählt und von ihrem ursprünglichen Standorte aus bald über alle civilisirten Länder verbreitet. Ihrethalben wurden neue Handelswege eröffnet und Colonien gegründet, die gesitteten Nationen Europas und Amerikas traten willig in Abhängigkeit von einigen tropischen Völkern. Wir müssen nach allem Diesen dem Gebrauche von Caffee und Thee einen tieferen Grund zuschreiben, als die bloße Gewohnheit und den Luxus, um so mehr, da wir ihn in allen Theilen der menschlichen Gesellschaft heimisch finden, da selbst die Dürftigsten sich dessen nicht entschlagen können. Beide sind in die Reihe der Lebensbedürfnisse eingetreten und verdienen als solche die Aufmerksamkeit des Physiologen in hohem Grade. In Bezug auf die Wahl zwischen beiden theilten sich die Bewohner Europas in zwei Partheien, von denen die eine, die Engländer und die Küstenbewohner des nordwestlichen Deutschlands, den Thee sich zum täglichen Gebrauch erkor, während die andere, die Deutschen und die Franzosen, nach dem Muster des Orients, den Caffee vorzogen.

a. Der Thee

kommt in zwei Hauptarten vor, dem schwarzen und grünen, welche in Bezug auf Wirkung und Zusammensetzung manche Verschiedenheit zeigen, indessen wahrscheinlich beide von derselben Staude kommen. Außer den gewöhnlichen Bestandtheilen der Pflanzenblätter: Zellgewebe, Gefäßbündel, Chlorophyll, Gummi, Eiweiß ꝛc. enthält der Thee als wirksame und charakteristische Bestandtheile ein eigenthümliches flüchtiges Oel, eine Pflanzenbase, das Thein und Gerbstoff. Die Quantität der Gerbsäure ist im grünen Thee beträchtlicher (18 Proc.), als im schwarzen (13 bis 15 Proc.). Das flüchtige Oel ist eine citronengelbe, auf dem Wasser schwimmende, leicht verharzende Substanz, von sehr intensivem Geschmack und Geruch nach Thee. Seine Menge beträgt in den grünen Sorten 1 Proc., in den schwarzen ½ Proc. Das Thein oder Caffein ($C_{16}H_{10}N_4O_4$) ist eine schwache organische Base, welche 29 Proc. N enthält. In den Blättern ist sie an Gerbsäure gebunden, eine Verbindung, welche in heißem Wasser löslich ist, beim Erkalten sich aber als leichte Trübung abscheidet. Die Menge des Theins im Thee wurde von Mulder zu ½ Proc., von Stenhouse zu 1 Proc. bestimmt, Peligot wieß später nach, daß es wenigstens zu 6 Proc. im trockenen Thee vorkomme. Durch die Extraction mit heißem Wasser wird nur ein Theil der in den Theeblättern enthaltenen Substanzen ausgezogen. Nach Mulder schwankte die Quantität des dem schwarzen Thee auf diese Weise entziehbaren Theils zwischen 29 und 38 Proc., bei grünem Thee stieg die Menge auf 34 bis 46

[1]) Auch im Paraguay-Thee, den Blättern der Ilex paraguariensis St. Hilaire, welcher im größeren Theil von Südamerika den chinesischen Thee vertritt, hat Stenhouse dieses Alkaloid nachgewiesen.

Proc. Bei dem gewöhnlichen Verfahren der Theebereitung findet indeß niemals wirkliche Erschöpfung der Blätter Statt: beiläufig 1/3 bleibt ungelöst [1]). Der gewöhnliche Theeaufguß enthält das flüchtige Oel, Thein an Gerbsäure gebunden nebst Gummi und andern extractiven Materien.

b. Der Caffee.

Die Substanz der Caffeebohnen, deren Gerüst aus verholztem Pflanzengewebe besteht, ist sehr reich an Fett (10 bis 13 Proc.), welches ein Gemenge der Verbindungen des Glyceryloxyds mit Oelsäure und Palmitinsäure darstellt (Rochleder). Außerdem enthält sie eine, den Gerbstoffen sich anreihende Säure, die Caffeesäure ($C_{10}H_{14}O_6 + 2HO$), welche an Kali und Kalk gebunden ist und in diesem Zustande leicht von Wasser gelöst wird. Als vorzugsweise wirksamer Bestandtheil tritt sodann noch dieselbe Pflanzenbase auf, welche wir im Thee kennen gelernt haben, das Thein oder Caffein. Die Quantität derselben ist noch nicht mit genügender Genauigkeit festgestellt. Robiquet fand in gerösteten Bohnen 1/3 Proc. Neben den angegebenen Bestandtheilen sind endlich noch Legumin und anorganische Verbindungen vorhanden. Die Menge der letzteren, die aus kohlensaurem und schwefelsaurem Kali, Chlorkalium, kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, Bittererde, Eisen- und Manganoxyd bestehen, beträgt 3,19—5 Proc. Durch das Rösten bildet sich ein brenzliches Arom, welches aus der Kaffeesäure sich zu entwickeln scheint. Ein Theil des Caffeins wird dadurch frei. Es geht gegen 25 Proc. Wasser verloren; außerdem aber auch ein Theil der stickstoffhaltigen Substanz. Nach Payen gaben 100 Theile trockenen Caffee's mit 2,4 Proc. N 75 Theile gerösteten mit 1,8 Proc. N.

Die Quantität der durch Extraction mit siedendem Wasser gewinnbaren Bestandtheile wechselt nach der Art des Caffee's und dem Grade der Röstung. Dausse beobachtete, daß gewöhnliche bei 80° bereitete Aufgüsse, wie sie genossen werden, von Martinique 31 Proc., von Bourbon 25, von Mokka 22 Proc. Extract enthalten. Payen [2]) erhielt durch einmalige Extraction von 100 Grm. mit 1000 Grm. Wasser:

	Extract.	Stickstoff.	Salze.
Bei schwachrother Farbe	25 Grm.		
Bei kastanienbrauner Farbe	19 » mit	0,72 Grm.	3,23 Grm.
Bei brauner Farbe .	16 » mit	0,71 »	3,04 »

Von den wirksamen Bestandtheilen werden also nur 2/3 erhalten. Die 16 bis 19 Grm. Extract mit 0,7 N entsprechen, wenn wir die sehr geringe Menge etwa aufgenommenen Legumins unbeachtet lassen, gegen $2\frac{1}{2}$ Grm. Caffein. Wir erhalten also vom Gewicht des angewandten trockenen Caffee's 2—$2\frac{1}{2}$ Proc. Caffein. 1 Loth oder 1/2 Unze geben also einen Aufguß mit 4 bis 5 Grm. Caffein, einer Menge, die nicht ganz unbedeutend ist.

---

1) 100 Grm. Gunpowder mit 10 Pfund Wasser infundirt gaben nur 31 Grm. Extract mit 5 Procent Thein.

2) Compt. rend. 1846. XXII. et XXIII.

Beziehungen zur Nutrition.

Die hauptsächlichsten Bestandtheile der in Rede stehenden Pflanzenaufgüsse sind unstreitig das ätherische Oel, die Pflanzenbase und der Gerbstoff; die übrigen Materien sind in so untergeordneter Menge vorhanden, daß sie nicht in Anschlag kommen. Zum eigentlichen Wiederersatz kann, wie schon oben S. 672 angedeutet wurde, keiner dieser Stoffe dienen, ihre chemische Constitution gestattet ihnen nicht, diejenigen Metamorphosen einzugehen, durch welche die Substrate der Lebensthätigkeit sich vor allen andern Materien auszeichnen.

Die Pflanzenbasen werden daher sämmtlich theils in unveränderter, theils in veränderter Form bald wieder als unbrauchbar aus dem Bereiche des Lebens ausgestoßen, das Caffein als Harnstoff, nachdem es wahrscheinlich zuvor sich zu Alloxan umgesetzt hat. Die Ansichten über die nährenden Eigenschaften des Caffeins, welche vielfach ausgesprochen und in neuester Zeit namentlich durch Payen [1]) vertheidigt und durch Berechnungen des Stickstoffgehaltes erläutert wurden, sind aus diesem Grunde unstatthaft.

Sicher und mit Bestimmtheit für Jedermann wahrnehmbar ist die erregende Wirkung, welche beide Getränke auf das Nervensystem und durch dieses auf die verschiedenen functionellen Thätigkeiten des Organismus äußern. Ein Theil derselben muß im Thee unstreitig dem ätherischen Oel, im Caffee dem brenzlichen Arom zugeschrieben werden, hauptsächlich aber ist es die Pflanzenbase, von welcher dieselbe ausgeht. Das vegetabilische Alkali hat hier dieselbe Bedeutung, wie im Opium, in der Chinarinde, der Brechnuß ꝛc. Um die Wirkung des Caffeins im isolirten Zustande zu prüfen, nahm ich 25 Grm. der reinen Substanz auf einmal. Nach Verlauf von einer Viertelstunde wurde der Puls voll und hart, seine Zahl stieg allmählig von 70 auf 80; der Kopf wurde schwer und eingenommen, es stellte sich Sausen vor den Ohren und leichter Schwindel ein: das Pulsiren der Arterien am Kopfe und an den Schläfen wurde stark vernehmbar. Große Unruhe und Aufregung machte das Festhalten einer Idee unmöglich. Nach einer Stunde trat Erbrechen ein, worauf die Erscheinungen allmählig nachließen. Am anderen Tage waren keine Nachwirkungen bemerklich [2]).

Die Frage, auf welche Weise die Wirkungen der Pflanzenbasen im lebenden Organismus vermittelt werden, suchte Liebig [3]) sich dadurch zu beantworten, daß er eine Verwendung ihrer Elemente bei den Processen der Ernährung und Secretion annahm. Chinin, Morphium ꝛc. sollten vermöge ihrer chemischen Constitution zu Hirn- und Nervensubstanz, das Caffein, Asparagin ꝛc. zu Bestandtheilen der Galle werden. Einer solchen Anschauungsweise steht Manches im Wege. Abgesehen davon, daß die Beziehungen zwischen Caffein und Taurin seit der Entdeckung des Schwefels in letzterem sehr fern gerückt sind, streitet gegen dieselbe die rasche Ausscheidung aller

---

[1]) Compt. rend. XXIII. 1846. l'Institut Nr. 644. p. 150.

[2]) Lehmann bemerkte nach dem Genuß von einem Scrupel Caffein keine bemerkbare Wirkung. Bei zweien seiner Schüler dagegen, welche die gleiche Quantität genommen hatten, brachte dasselbe sehr heftige Aufregung des Gefäß- und Nervensystems hervor, die mit geschlechtlicher Aufregung und Pollutionen verbunden war. Mulder sah ein trächtiges Kaninchen nach Caffein abortiren.

[3]) Physiol. Chem. S. 185 fgg.

Alkaloide durch die Secretionsorgane, welche ihre Betheiligung bei dem Nutritionsproceß in hohem Grade unwahrscheinlich macht. Den bestimmtesten Gegenbeweis liefert der Erfolg, welchen wir bei örtlicher Application der Pflanzenbasen auf die Nerven beobachten. Morphium und Strychnin endermetisch angewandt wirken hier, wo ihre Substanz noch unverändert ist, und sich bei den das vegetative Leben vermittelnden Umwandlungsprocessen noch durchaus nicht betheiligte, in derselben Weise, das eine beruhigend, das andere erregend auf die von ihnen getroffenen Nerven, als wenn sie vom Magen aus ins Blut gelangen und mit diesem kreisend auf den Gesammtorganismus ihre Wirkung ausdehnen. Es bleibt uns also nur die Annahme übrig, daß diese Substanzen nach ihrem Uebergange ins Blut durch den einfachen Contact mit der Nervensubstanz die Erscheinungen hervorbringen, welche ihnen eigenthümlich sind.

Thee und Caffee sind also keine Nutrimente im engeren Sinne des Wortes, sie greifen in die Vorgänge des vegetativen Lebens nur durch die Erregung, in welche sie das Nervensystem versetzen und durch die Einwirkung, welche die letztere auf die Blutbewegung und die von dieser abhängigen Processe ausübt, ein. Sie ersetzen gewissermaßen diejenigen Einflüsse, welche durch die unnatürliche Lebensweise, die im Gefolge der gesteigerten Civilisation sich einstellte, dem Organismus entzogen wurden, Bewegung, Muskelanstrengung, freie Luft rc., deren Mangel vielfache Störungen des Stoffumsatzes herbeiführt und dadurch besondere Incitamente nöthig macht. Die Wirkungsweise beider ist indeß nicht vollkommen identisch. Der Thee erregt das Nervenleben, insbesondere die Hirnthätigkeit, weit intensiver und anhaltender, als der Caffee, welcher dafür heftiger die Gefäßnerven in Anspruch nimmt und die Blutbewegung modificirt. Der erstere verdankt einen großen Theil seiner Erfolge dem ätherischen Oel, weshalb auch die grünen Sorten, welche daran vorzugsweise reich sind (1 Proc.), weit intensiver wirken, als die daran ärmeren schwarzen, die nur ½ Proc. desselben enthalten. In dem letzteren dagegen, im Caffee, spielt die Pflanzenbase die Hauptrolle, sie wird mit diesem Getränk in weit größerer Menge eingeführt, als mit dem Thee [1]). Die abweichende, das Gefäßsystem stark in Anspruch nehmende Wirkungsweise des Caffee's wird hierdurch begreiflich. Aus demselben Grunde scheinen auch die Völker, welche vorzugsweise Fleischkost und mit dieser große Mengen von dem die chemische Constitution und Wirkungsweise der Basen besitzenden Kreatinin und dem Kreatin genießen, wie die Engländer, die Nordamerikaner rc., den Thee vorzuziehen, während die mehr von Vegetabilien lebenden Deutschen und Franzosen sich dem an Caffein reicheren Getränk zuwenden.

B. Die gegohrenen alkoholhaltigen Getränke.

Während die eben berührten Pflanzenaufgüsse sich durch ihren Gehalt an einer stickstoffreichen Substanz charakterisirten, ist es hier hauptsächlich der Alkohol, welcher in verschiedener Verdünnung mit Wasser, und vermischt mit kleinen Mengen einiger andern Materien dem Organismus einverleibt wird.

---

[1]) 100 Grm. Thee in der gewöhnlichen Weise infundirt geben 4 bis 5 Grm. Thein. 100 Grm. Caffee dagegen 2 bis 2½ Grm. Beim Gebrauche wird aber vom Thee bei weitem nicht die Hälfte, höchstens ein Viertheil des Gewichts an Caffee angewandt; die Aufgüsse desselben enthalten daher auch kaum die Hälfte an Pflanzenalkali und wirken demungeachtet intensiver.

Am einfachsten wird derselbe in den **spirituosen** Getränken geboten, die sich hauptsächlich nur durch den größeren oder geringern, von 35 bis zu 50 Proc. schwankenden Alkoholgehalt unterscheiden. Nebenher gehen noch besondere, den eigenthümlichen Geruch und Geschmack vermittelnde Stoffe. In den aus Kartoffeln bereiteten Spirituosen findet sich als solcher der Amylalkohol (Fuselöl) (C_{10} H_{11} O H), in den aus Korn gewonnenen dagegen Oenanthäther nebst Kornöl (C_{42} H_{35} O_4). Außerdem sind nicht selten Essigäther, Buttersäureäther ꝛc. nachweißlich.

Die **Weine** enthalten den Alkohol in weit stärkerer Verdünnung, sie führen neben demselben constant noch zahlreiche andere Substanzen, nämlich Zucker, Gummi, Extractivstoffe, freie Essigsäure, saures weinsteinsaures Kali, weinsteinsauren Kalk, weinsteinsaure Kali-Thonerde, schwefelsaures Kali und Chlornatrium. In den moussirenden Weinen ist nebenbei freie Kohlensäure; in den rothen Gerbestoff und Farbestoff enthalten. Die Verschiedenheit dieser Bestandtheile in ihren relativen Verhältnissen, sowie die eigenthümlichen Modificationen des Extractivstoffs bedingen die Mannigfaltigkeit der Weine. Bis jetzt sind indeß die Mengenverhältnisse derselben mit Ausnahme des Alkohols wenig ermittelt. Der bekannte allen gemeinsame Weingeruch gehört dem Oenanthäther an, die Ursache des den einzelnen Arten eigenthümlichen Aroms, der Blume, ist noch nicht genügend gekannt.

Nach den Untersuchungen von **Brande**, **Fontenelle** und **Christison** schwankt der Alkoholgehalt von 8 bis zu 24 Volumprocenten. Die alkoholreichsten Weine, wie der Portwein, der Madeira ꝛc. enthalten nach **Christison** 15 bis 17 Gewichtsprocente, die Bordeauxweine, welche vorzugsweise vielen Gerbstoff führen, 8 bis 12 Proc., die Rheinweine 7 bis 8, der mit Kohlensäure überladene Champagner 10 bis 12 Proc. Alkohol.

Das **Bier** ist verhältnißmäßig arm an Alkohol, seine Menge beträgt in den stärksten Sorten, wie im Ale und Porter, 7 bis 8 Proc., in den leichten Bieren nur 0,75 bis 1,25 Proc. Das gewöhnliche baierische Lagerbier enthält 3 bis 3,5 Proc. Neben dem Alkohol findet sich noch in jedem Bier Malzextract, größtentheils aus Stärkegummi bestehend mit geringer Menge von Kleber, ferner freie Kohlensäure, das ätherische Oel und andere lösliche Theile des Hopfens. Die Menge des Malzextracts beträgt zwischen 4 und 8 Proc; nur selten ist sie größer.

Beziehungen zur Ernährung.

Der Alkohol, der hauptsächlichste Bestandtheil aller hierher gehörigen Flüssigkeiten, verschwindet, wenn er in mäßiger Menge eingeführt wird, spurlos aus dem Organismus durch den Oxydationsproceß, zu welchem er, vermöge seiner chemischen Constitution und seines Reichthums an Wasserstoff, große Neigung hat. Die einzelnen Umwandlungsstufen, welche er hierbei durchläuft, sind noch unbekannt. Wird er in größerer Menge eingeführt, so verwandelt sich ein Theil, wie wir später genauer nachweisen werden, zunächst in Essigsäure, ein anderer verdunstet unverändert. Aus dem Oxydationsproceß des Alkohols im Blute erklärt sich seine Beziehung zur Wärmebereitung und Fettbildung, es erklärt sich ferner aus seinem großen Wasserstoffgehalt, die von **Vierordt** u. A. nach dem Genuß von Spirituosen beobachtete Abnahme der Kohlensäureexhalation. Eine andere Reihe von Erscheinungen, die nach anhaltendem Mißbrauch der alkoholreichen Getränke beobachtet wird, und welche, weil sie fast ganz in das Gebiet der Pathologie

fällt, hier nur angedeutet werden kann, ist in ihren genetischen Verhältnissen noch nicht genügend aufgeklärt. Zur Erklärung dieses Complexes von Erscheinungen, welcher gewöhnlich unter dem Namen der Säuferdyskrasie zusammengefaßt wird, können außer dem eben Angedeuteten, welches die abnorme Fettbildung, die eigenthümliche talgartige Beschaffenheit des Fetts, die Pigmentablagerung, harnsaure Ausscheidungen ꝛc. begreiflich macht, folgende Anhaltspunkte dienen:

1) Die örtliche Irritation der Schleimhäute, mit welchen der Alkohol in directem Contact kommt. (Blennorrhoe der Schleimhaut des Magens, des Duodenums und dessen Fortsätze in die Lebergänge ꝛc. Dyspepsie, Säurebildung und deren Folgen[1]).

2) Die Einwirkung des mit dem Blute circulirenden Alkohols auf die Nervensubstanz. (Abnehmen der Intelligenz, eigenthümliche Reaction des Nervensystems bei Verwundungen, Delirium tremens).

3) Die Bildung freier Säure im Blute durch Umwandlung des Alkohols in Essigsäure. (Verminderte Alkalescenz und milchichte Beschaffenheit des Serums durch Ausscheidung von Faserstoffschollen[2]), Störungen der Circulation, plötzlich sich entwickelnde Stasen in den Capillaren ꝛc.).

Neben dem Alkohol sind bei der Erklärung der physiologischen Wirkungen der Spirituosen die übrigen Bestandtheile nicht zu übersehen. Der Amylalkohol (das Kartoffelfuselöl), welches in reinem Zustande einen widrigen betäubenden Geruch hat, scheint vorzugsweise zur Zerrüttung des Nervensystems beizutragen. Weniger gilt dies vom Kornöl und dem Oenanthäther.

Im Weine kommen außerdem noch der Zucker, der Gerbestoff, die Pflanzensäuren und ihre Salze in Betracht, deren Gesammtwirkung sich aus den oben entwickelten Beziehungen der einzelnen derselben zur Ernährung ableiten läßt.

Im Bier ist noch das fast ganz aus Stärkegummi bestehende Malzextract und der Bitterstoff des Hopfens in Anschlag zu bringen.

Statik der Nahrung und des Verbrauchs.

Die Beantwortung der hier vorliegenden Fragen ist nur auf einem Wege ausführbar, nämlich durch eine möglichst genaue Feststellung des durch den Lebensproceß als solchen gesetzten Stoffverbrauchs. Es ist bereits im ersten Abschnitte dieser Abhandlung nachgewiesen worden, daß der Umsatz, welchen das Bestehen der Lebensthätigkeit als nothwendige Folge mit sich bringt, eine constante Größe sei, daß eine Abhängigkeit desselben von der Zufuhr und anderen untergeordneten Einflüssen, wie man sie angenommen hat, nicht stattfindet. Schwankungen in den Mengenverhältnissen des Verbrauchs der einzelnen organischen Theile lassen sich allerdings wahrnehmen: allein dieselben sind in engen Grenzen eingeschlossen, welche im Normalzustande nicht überschritten werden[3]). Sie bleiben immer in zweiter Reihe gestellt und vermögen an dem ursprünglichen Grundtypus des Stoffwandels keine wesentlichen Veränderungen hervorzubringen. Die Bedingungen derselben, welche

---

[1]) Die Blennorrhoe der Bronchien- und Lungenschleimhaut hängt wohl mit der Verdunstung des Alkohols aus den Luftwegen zusammen.

[2]) Scherer fand bei einem an Kopfcongestionen leidenden Säufer vollkommen neutrales Serum, welches von Faserstoffschollen milchicht getrübt war. Simon's Beiträge zur physiol. u. pathol. Chemie. S. 125.

[3]) In fieberhaften Zuständen gestaltet sich das Verhältniß anders.

theils im Innern des Organismus, theils in der Außenwelt liegen, sowie die Art ihres Einflusses auf den Umsatz der stickstoffhaltigen und stickstofflosen Gebilde, welche bei der Physiologie der Ernährung in Rechnung zu bringen sind, wurden bereits oben angedeutet. Hier haben wir daher nur die nothwendigen Anwendungen derselben auf die Vorgänge der Nutrition im Ganzen und Einzelnen nachzutragen.

In Bezug auf das mittlere Maaß des Stoffwandels ist bereits S. 664 nachgewiesen, daß hier ein ausgewachsenes männliches Individuum der 24stündige Verbrauch an stickstoffhaltigen Substanzen 9 bis 10 Grammen N entspricht, als eiweißartige Verbindung berechnet also 60 bis 66 Grm. beträgt[1]). Diese müssen als solche ersetzt werden, wenn nicht Substanzabnahme in den für den Lebensproceß wichtigsten Gebilden eintreten soll. Zu ihrem Ersatze können, soweit bis jetzt unsere Erfahrungen reichen, lediglich nur eiweißartige Körper dienen, andere stickstoffhaltige Materien wie die Gelatine, die Pflanzenbasen ꝛc. sind dazu untauglich.

Zur Bestreitung dieser Zufuhr werden folgende Mengenverhältnisse von Nahrungsmitteln[2]) erfordert:

750	Grm.	(1½ Pfd.) Brot mit 16 Proc. Eiweiß und 50 Proc. Wasser.
816	»	Brot mit 14 Proc. Eiweiß und 50 Proc. Wasser.
300	»	Eisubstanz ohne Schale.
330	»	Eisubstanz mit Schale gerechnet.
100	»	Käse (holländischer).
90	»	Käse (friesischer).
6000	»	(12 Pfd.) gekochter Kartoffeln mit 1 Proc. Eiweiß.
4000	»	(8 Pfd.) gekochter Kartoffeln mit 1½ Proc. Eiweiß.
3000	»	(6 Pfd.) gekochten Reis mit 2 Proc. Eiweiß[3]).
500	»	(½ Pfd.) gekochtes Fleisch mit 12 Proc. Eiweiß.
600	»	gekochter Hülsenfrüchte.

Gleichzeitig mit dem eben in Rechnung gebrachten Verbrauch an stickstoffhaltigen Proteinstoffen trennt sich vom Organismus auf dem Wege der Respiration und der Hautausdünstung eine beträchtliche Menge Kohlenstoff in Form von Kohlensäure. Außerdem geht ein geringeres Quantum in nicht oxydirter Form mit Stuhl- und Harnentleerung, so wie mit der Hautabschup-

[1]) Mulder (die Ernährung in ihrem Zusammenhange mit dem Volksgeist, S. 58) berechnete den täglichen Verbrauch an Proteinstoffen aus der Quantität der Nahrung, welche die niederländischen Soldaten im Festungsdienst erhalten, zu 100 Grm., einer Zahl, welche die Nothdurft überschreitet, und welche viele Menschen, die leben und gesund sind, bei weitem nicht erhalten.

[2]) Bei der Bereitung verändert sich der Wassergehalt der Nahrungsmittel nicht selten beträchtlich, ein Umstand, welcher bei der Feststellung dieser Zahlenwerthe nicht vernachlässigt werden darf. Mulder a. a. O. S. 52 fand:

im gebratenen Fleisch	60	Proc.	Wasser.
» gekochten Rindfleisch	63	»	»
» gebratenen Kalbfleisch	63	»	»
» gekochten grünen Erbsen	63	»	»
» » weißen Bohnen	63	»	»
» » braunen »	65	»	»
» » Reis	74	»	»
» » Kartoffeln	70	»	»
» Roggenbrot	50	»	»
» Weizenbrot	42	»	»

[3]) Der Reis nimmt bei der Bereitung gegen 60 Proc. Wasser auf, wodurch sein Nutritionswerth bedeutend sinkt.

pung verloren. Die Gesammtmenge dieses nothwendig erfolgenden Kohlenstoffverbrauchs beträgt, wie oben S. 665 angedeutet wurde, in 24 Stunden für einen erwachsenen Mann 210 bis 240 Grm [1]).

Ein Theil dieses Kohlenstoffs wird von Seiten der Hämatogeneten geliefert, welche bei ihrer Umwandlung in Harnstoff die größere Menge ihres Kohlenstoffs abgeben. 66 Grm. Eiweiß enthalten 36 Grm. C. Bei vollständiger Umsetzung zu Harnstoff geben sie 22,5 Grm. Harnstoff mit 4,5 C. Es bleiben also 31,5 Grm. C für die unmerkliche Ausdünstung. Ziehen wir, da eine vollständige Umwandlung nicht ausgeführt wird, sondern ein Theil als Harnsäure, Extractivstoff 2c. austritt, als Mittelzahlen 20 bis 25 Grm. C von den eben angegebenen 210 bis 240 Grammen Kohlenstoffverbrauch ab, so bleiben noch 190 bis 215 Grm. C, welche durch die Zufuhr gedeckt werden müssen. Dieselben können geliefert werden:

190 Grm. C. 215 Grm. C.
durch 430 — 490 Grm. Stärke, trocknen Sago, Arrowroot 2c.
253 — 289 Grm. Fett mit 75 Proc. C.
260 — 294 Grm. Fett mit 73 Proc. C.
800 — 900 = 900 — 1000 Grm. Roggenmehl.
800 — 850 = 850 — 950 Grm. Weizenmehl.
1430 = 1630 Grm. Brot mit 30 Proc. Amylum und 30 Proc. Wasser.
1225 = 1400 Grm. Brot mit 35 Proc. Amylum 2c.
1070 = 1225 Grm Brot mit 40 Proc. Amylum.
1800 = 2040 Grm. Kartoffeln mit 24 Proc. Amylum.
1850 = 2100 Grm. gekochten Reis.
1950 = 2200 Grm. gekochter Erbsen.

Es sind bei der Berechnung dieser Zahlenwerthe allein die löslichen Kohlenhydrate Amylum, Dextrin, Zucker berücksichtigt: die Cellulose ist unbeachtet geblieben, weil sie, wie bei der Verdauung sich ergeben wird, größtentheils unverändert wieder ausgestoßen wird [2]). Außerdem sind die Proteinstoffe nicht in Rechnung gebracht, welche im Brote, in den Hülsenfrüchten in überschüssiger Menge vorkommen. 66 Grm. derselben lassen nach ihrer Umsetzung zu Harnstoff 31 Grm. C übrig, sie entsprechen also 50 Grm. Fett und 70 Grm. Amylum. Es kommt ferner sehr selten vor, daß die eben erwähnten Stoffe ganz ohne Fett genossen werden. Dieses vermindert durch seinen Kohlenstoffreichthum die durch den Stoffwechsel geforderten Mengen um ein Bedeutendes und wird aus diesem Grunde wohl instinctmäßig fast von allen Völkern zugesetzt. Denken wir uns, daß 64 — 72 Grm. (4 Loth) Fett neben den vegetabilischen Nahrungsstoffen in 24 Stunden verbraucht werden, so wird durch dieses allein ein Viertel des gesammten Kohlenstoffverlustes ge-

[1]) Bei Frauen ist dieser Verbrauch viel kleiner. Scharling fand bei einer Frau von 19 Jahren und 55,7 Kilogr. Körpergewicht nur 104,6 Grm. Kohlenstoffausscheidung in 24 Stunden. Liebig (a. a O. S. 15) bestimmte die Menge der 24stündigen Kohlenstoffausscheidung durch Haut und Lunge nach den Menagetabellen einer Compagnie casernirter Soldaten und fand auf diesem Wege 27,8 Loth, eine Zahl, die jedenfalls den Bedarf überschreitet Für die Gefangenen des Gießener Arresthauses ergab sich eine 24stündige Consumtion von 17 Loth C, für die des Zuchthauses zu Marienschloß 21 Loth, für eine aus Kindern und Erwachsenen bestehende Familie 19 Loth C. Scharling berechnete aus der Verproviantirung der dänischen Seeleute 22⁴/₅ Loth C für den 24stündigen Verbrauch. Dalton gelangte auf 11¹/₂ Unzen C.

[2]) Mulder schließt aus der großen Menge der zur Deckung des Kohlenstoffverbrauchs erforderlichen Substanzen, daß auch die Cellulose verwandt wird.

deckt und die übrigen Nutrimente können eine entsprechende Verminderung erleiden.

Nachdem wir den durch die Lebensthätigkeit als solche gesetzten Verlust an stickstoffhaltigen wie an stickstofflosen Bestandtheilen berücksichtigt und die Mengen der Nutrimente, welche zu ihrem Ersatz erforderlich sind, angedeutet haben, ist es uns leicht, das dem Bedürfniß entsprechende Mengenverhältniß, in welchem die Hämatogeneten der Nahrungsmittel zu den stickstofflosen Bestandtheilen derselben stehen müssen, anzugeben. Das Verhältniß stellt sich wie 60 Eiweiß zu 430 Amylum oder wie 60 Eiweiß zu 250 Fett, im ersten Falle also wie 1:7, im zweiten wie 1:4,2.

Liebig berechnete aus den bereits früher erwähnten Menagetabellen von 855 Mann das Verhältniß = 1:4,7. Thomson suchte diese Frage auf eine andere Weise zu lösen, nämlich dadurch daß er das Gewicht und die elementare Zusammensetzung der in einer gegebenen Zeit von einer Kuh genommenen Nahrung und ausgeworfenen Excremente bestimmte. Er fand hierdurch das Verhältniß = 1:8⅓.

Ganz feststehend sind indeß diese Zahlenwerthe nicht, sie erleiden nach der Lebensweise und den auf den Organismus influirenden Außendingen gewisse Modificationen, auf welche wir weiter unter Rücksicht nehmen werden. Die von uns angegebenen Zahlen, 60 Grm. Hämatogeneten und eine Quantität stickstoffloser Verbindungen, welche 190 Grm. C enthält, entsprechen dem Bedürfniß für den Zustand der Ruhe. In der Zahl der Blutbilder ist die Minimalgränze angegeben. Sie darf nicht überschritten werden, wenn die Nutrition nicht mangelhaft, das Individuum nicht geschwächt, kachektisch werden soll. Eine Maximalgränze läßt sich nicht in ähnlicher Weise feststellen. Es können nämlich die im Ueberschuß eingeführten Proteinstoffe, wie wir bereits im I. Abschnitte sahen, in derselben Weise verwandt werden, wie die stickstofflosen Materien, nur mit dem Unterschiede, daß, währerd die letzteren ohne Rückstand verbrennen, jene zur Bildung von Nebenproducten Veranlassung geben, deren Ausfuhr den Nieren obliegt. Die Menge des Harnstoffes und der Harnsäure steigt daher in geradem Verhältnisse mit der Quantität der zu diesen Zwecken verwandten eiweißartigen Verbindungen. Die Gelatine kann, wie wir oben sahen, nur auf diese Weise im lebenden Körper eine nützliche Verwendung finden.

Was die Zufuhr der anorganischen Nutrimente betrifft, so sind die Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen Salze: das Kochsalz, die phosphorsauren Alkalien, die Erden und das Eisen bloß durch die Vorgänge des Lebens, abgesehen von den durch die Zufuhr bedingten Schwankungen ausgeschieden werden, nicht genau festgestellt. Die Bedeutung der einzelnen derselben und die Art ihrer Aufnahme mit den gewöhnlichen Nahrungsmitteln ist bereits oben angegeben. Es ist dort auch nachgewiesen, daß die meisten Nutrimente namentlich die an Proteinstoffen reichen alle nöthige anorganischen Salze in ausreichender Quantität enthalten, mit Ausnahme des Natrons und der Chlormetalle. Der Zusatz von Chlornatrium ist daher für die meisten Fälle geboten, insbesondere bei allen aus Pflanzensamen bereiteten Speisen, dem Brot, den Hülsenfrüchten 2c. Nur die grünen Pflanzentheile enthalten ausreichende Mengen von Chlormetalle, weshalb die pflanzenfressenden Thiere diesen Zusatz entbehren können.

Der Verlust an Wasser ist der schwankendste von allen Ausscheidungen. Derselbe modificirt sich so sehr nach dem Verhalten des Individuums und den

Zuständen der Außenwelt, daß sich Mittelzahlen mit einiger Sicherheit nicht angeben lassen.

Modificationen des Stoffwandels und das durch diese veränderte Nahrungsbedürfniß.

Die mitgetheilten Mengen der einzelnen Nahrungsstoffe sind für die Erhaltung der Integrität des Organismus im Allgemeinen ausreichend. Sie sind indeß keine absolute Größen, sondern sie erleiden gewisse Schwankungen nach dem Alter und der Lebensweise des Individuums, sowie nach dem Verhalten der Außenwelt, der Temperatur, Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft &c. Diese Schwankungen betreffen bald hauptsächlich den Verbrauch der stickstoffhaltigen Gebilde, bald dagegen mehr die Kohlenstoffausscheidung. Zur Zeit, wo die Neubildung rasch vor sich geht, im kindlichen Alter, ist das Bedürfniß der Proteinverbindungen, welche die Grundlage der meisten Organe ausmachen, größer. In der Milch ist auch aus diesem Grunde das Verhältniß der Blutbilder zu den stickstofflosen Materien wie 1:1,5, während wir für Erwachsene dasselbe = 1:7 bis 1:4,2 fanden.

In einem analogen Zustande, wie die Kinder, befinden sich Reconvalescenten von schweren Krankheiten.

Der Verbrauch und somit auch die nothwendige Zufuhr eiweißartiger Stoffe wird gesteigert durch körperliche Anstrengungen, schwere Arbeiten, heftige Bewegungen, Märsche &c. Eine ähnliche Wirkung äußert vermehrte Erregung des Nervensystems, sei es durch geistige Anstrengung oder durch Leidenschaften.

Der Umsatz und das Bedürfniß kohlenstoffreicher Materien wird vermehrt, einestheils durch den Einfluß heftiger Bewegung, anderntheils durch den Zustand der Atmosphäre. Niedrige Temperatur der Luft, insbesondere wenn dieselbe zugleich trocken ist, bedingt eine beträchtliche Zunahme der Kohlenstoffausscheidung, während warme und feuchte Beschaffenheit der Atmosphäre sie vermindert. (Vergl. I. Abschnitt.)

Die Diät in den Polar- und Tropenländern zur Winter- und Sommerzeit zeigt diesem entsprechende Unterschiede, welche von Liebig treffend geschildert werden. In den ersteren sind kohlenstoffreiche, fettige Nahrungsmittel Bedürfniß und werden in großer Quantität vertragen, in den letzteren widerstehen sie und wirken nachtheilig.

Von dem Verbrauche anorganischer Salze kennen wir unter physiologischen Verhältnissen wenig Modificationen. Wir wissen nur, daß zur Zeit der Schwangerschaft durch die Entwicklung des fötalen Knochenskeletts die Erdphosphate in größerer Menge consumirt werden und einer verstärkten Zufuhr bedürfen, besonders wenn die gewöhnliche Nahrung wenig reich daran ist. Schwangere Frauen haben aus diesem Grunde nicht selten eine unwiderstehliche Begier nach Kalk. Die Pathologie beschreibt mehrere Zustände, in welchen die Ausscheidung der Kalksalze mit dem Harne beträchtlich zunimmt, die Osteomalacie und die Rhachitis. Auf welche Weise dieser Vorgang eingeleitet wird, ist jedoch unbekannt.

Der Verbrauch des Wassers variirt vor allen anderen. Auf ihn influirt nicht nur das Verhalten des Individuums, sondern auch in hohem Grade der Zustand der Atmosphäre. Bewegung, Muskelanstrengungen jeder Art, sowie alle Einflüsse, welche die Blutbewegung beschleunigen, vermehren die wässerigen Ausscheidungen In gleicher Weise wirken hohe Temperatur,

Trockenheit und Bewegung der Luft (Winde), während sie durch die entgegengesetzten Zustände in gleichem Maaße vermindert wird [1]). Für die Lehre von der Ernährung sind indeß diese Schwankungen von untergeordnetem Interesse, weil die Zufuhr des Wassers bei der Leichtigkeit, mit welcher der Ueberschuß wieder austritt, kaum der Controle bedarf.

Modificationen des vegetativen Lebens durch die Nahrung und Einfluß derselben auf das psychische.

Das vegetative Leben steht zwar in seinen hauptsächlichsten Erscheinungen unabhängig von der Außenwelt da, es schafft bei aller Ungleichheit der Ingesta immer dieselben Formelemente, zu welcher es auf eine für uns räthselhafte Weise die erforderlichen Stoffe auswählt, das Untaugliche aber wieder ausstößt. Dennoch ist die Beschaffenheit der Zufuhr von wichtigem Einfluß, sie greift durch den Ueberfluß oder die Dürftigkeit, mit welcher von ihr die Materialien für die einzelnen Vorgänge geboten werden, zwar nicht in das Wesen, jedoch in die Art, die Intensität und Extensität der meisten vegetativen Processe ein. Die wichtigste Rolle spielen hierbei, wie überhaupt bei der Ernährung, die Hämatogeneten. Reichliche Aufnahme derselben vermehrt die Concentration des Bluts und dessen Reichthum an Körperchen, die Neubildung erfolgt rasch und vollständig, die Musculatur wird entwickelt, das Individuum im Allgemeinen groß und kräftig. Mangelhafte Aufnahme derselben giebt, besonders wenn sie die oben angedeutete Miminalgränze überschreitet, Veranlassung zu Blutarmuth, Dünnflüssigkeit desselben, geringem Gehalt an Körperchen; die Ernährung erfolgt unvollständig, die Musculatur bleibt unvollkommen, das Individuum klein, schwach, unentwickelt.

Ist die Zufuhr an Blutbildern sehr vermindert, so erfolgt unter den Erscheinungen des Blutmangels und des Hydrops der Tod [2]).

Bei gänzlicher Entziehung eiweißartiger Verbindungen tritt der Tod in derselben Weise ein, wie beim Verhungern. (Macaire, Marcet, Tiedemann und Gmelin [3]). Zu ihrem Ersatz können also reichlich aufgenomme stickstoffholtige Materien nicht dienen, auch dann nicht, wenn dieselben mit Leim, Pflanzenbasen und anderen stickstoffreichen Substanzen verbunden werden. Sie können nur Veranlassung geben zur Fettbildung, die Muskeln bleiben mangelhaft, von geringer Reizbarkeit (Boyer), das Individuum schwach und unentwickelt.

Mangelhafte Zufuhr der mineralischen Nutrimente äußert sich durch unvollkommene Ausbildung der entsprechenden Theile. Betrifft sie das Eisen, so stellen sich leukophlegmatische Zustände ein, das Blut erhält nicht die normale Menge Körperchen; fehlen die Kalksalze, so sistirt die Ernährung der Knochen, dieselben verlieren ihre Festigkeit und werden biegsam. Chossat [4]) sah unter solchen Umständen bei Tauben die Knochen dünn werden, und das Brustbein sich zum Theil in Knorpel verwandeln.

Der Einfluß der Nahrung spricht in der angedeuteten Weise sich nicht allein in einzelnen Individuen, sondern in ganzen Völkern aus. Sie drückt

---

[1]) Vergl. Valentin II. Aufl. Bd. I. S. 728 folg.

[2]) Der englische Arzt Stark ging zu Grunde, weil er eine Zeitlang des Versuches halber nur Zucker und Brot zu sich nahm. Tiedemann Physiol. Bd. III. Seite 112.

[3]) Die Verdauung nach Versuchen Bd. II. S. 184 fg.

[4]) Archiv du Museum d'histoire naturelle T. II. S. 438. 1841.

denselben einen bestimmten Stempel auf, welcher in der körperlichen und geistigen Erscheinung sich in gleichem Maaße ausprägt. Sie influirt dadurch auf die sociale und politische Stellung, wie auf die Schicksale ganzer Generationen.

Während die stickstoffreiche, insbesondere die Fleischkost, muthige, entschlossene Menschen schafft von heftigem, aufbrausendem Temperament, sind die von stickstoffarmen, vegetabilischen Substanzen lebenden sanfter, aber auch unentschiedener, feiger. Es bildet sich, wenn auch weniger entwickelt, ein ähnlicher Unterschied aus, wie er in der Thierwelt zwischen Pflanzenfressern und Fleischfressern uns entgegentritt, ein Unterschied, der im Naturell des Löwen und des Kaninchen seine Endpunkte findet. Die stolzen Söhne Albions und die unglücklichen Irländer, die von Reis lebenden Javanen, die Hindus und ihre Unterdrücker bilden ähnliche Parallelen, denen sich noch manche andere anreihen ließen [1]). Es ist in diesem Sinne kein Paradoxon, wenn Joh. v. Müller behauptet, daß die Freiheit gedeiht, wo der Käse bereitet wird.

Einfluß der Nahrung auf die Secretion.

Die Veränderungen, welche die Secretionen je nach der Art der Nahrung erleiden, ergeben sich größtentheils von selbst aus dem, was bisher über deren Verwendung mitgetheilt wurde. Bei übermäßiger Aufnahme stickstoffreicher Substanzen wird der Harn mit den Residuen derselben überladen, er wird concentrirt, sein Harnstoffgehalt steigt ansehnlich, nicht selten auf das Doppelte der gewöhnlichen Ausscheidungsmenge [2]). Die Quantität der gleichzeitig gebildeten Harnsäure richtet sich nach Nebenumständen, besonders solchen, welche auf die im Blute erfolgenden Oxydationsprocesse influiren. Werden gleichzeitig mit dem Uebermaaß von Blutbildern, Gelatine u. s. w. Substanzen aufgenommen, welche, wie der Alkohol und manche Fettarten, leicht und rasch sich oxydiren und dadurch einen beträchtlichen Theil des durch die Respiration zugeführten Sauerstoffs in Anspruch nehmen, so wird statt des Harnstoffs eine große Menge der kohlenstoffreicheren Harnsäure ausgeschieden. Dasselbe wird der Fall, wenn wegen sitzender Lebensweise, mangelnder Bewegung in freier Luft die Respiration wenig energisch vollführt, wenn die Hautthätigkeit plötzlich in großer Ausdehnung durch Erkältung ꝛc. unterdrückt wird. Nach Beobachtungen von Prout hat gestörte Digestion, abnorme Säurebildung in den ersten Wegen dieselbe Folge. Alle dieselben Einflüsse finden wir bei der Hämorrhois, Arthritis und der verwandten harnsauren Steindiathese wieder, deren Wesen indeß, da noch manche bisher ungenügend erkannte Momente, wie die Erblichkeit ꝛc. in Betracht kommen, hierdurch nicht erklärt werden soll.

---

[1]) Vergl. in dieser Beziehung die interessante Schrift von Mulder, die Ernährung in ihrem Zusammenhange mit dem Volksgeist. Utrecht 1827, wo der nachtheilige Einfluß der übermäßigen Kartoffelnahrung mit Recht hervorgehoben wird

[2]) Im Harn der Fleischfresser ist dies Verhalten am deutlichsten wahrnehmbar. Hieronymi, welcher den Urin von Löwen, Tiegern und Leoparden untersuchte, fand ein spec. Gew. von 1059 bis 1076. Die Menge der festen Bestandtheile betrug 154,0 p. m.; die des Harnstoffs und Alkoholextracts 132,20 p. m. Lehmann secernirt bei vegetabilischer Kost in 24 Stunden 22,48 Grm. Harnstoff und 10 Grm. Harnsäure,

bei stickstofffreier Diät	15,40	»	»	» 0,7	»	»
bei animalischer dagegen	53,19	»	»	» 1,4	»	»

Als Mittelglied zwischen Harnstoff und Harnsäure bildet sich unter den angegebenen Verhältnissen nicht selten Oxalsäure, welche als oxalsaurer Kalk in krystallinischer Form mit dem Harn austritt. Man kann diese Bildungsweise der Oxalsäure, welche man bisher nur aus der künstlich zu bewerkstelligenden Umwandlung der Harnsäure durch Bleisuperoxyd in Allantoin, Harnstoff und Oxalsäure erschloß, ohne für dessen Vorkommen im lebenden Organismus genügende Belege zu haben, mit Bestimmtheit nachweisen, wenn man harnsaure Salze in größerer Menge in den Magen einführt; es steigt alsdann die Quantität des Harnstoffs ansehnlich, und gleichzeitig erscheinen im Harn Krystalle von oxalsaurem Kalk [1]).

Uebermäßiger Genuß stickstoffloser Nutrimente trägt im Harn zur Vermehrung der Extractivstoffe (Farbestoffe) bei[2]). Besteht das stickstofffreie Nutriment aus Fett, so erfolgt dessen Oxydation unvollkommen, und flüchtige Fettsäuren treten durch die Haut aus (Magendie) und verbreiten einen eigenthümlich widrigen Geruch.

Den Einfluß des Alkoholgenusses auf die Secretion haben wir schon früher kennen gelernt. Ebenso die Wirkung der Pflanzensäuren und deren Salze auf den Harn. Wie die alkalische Beschaffenheit und der Reichthum an kohlensauren Erden des Harns der Pflanzenfresser zu erklären sei, werden wir erst bei der Verdauung nachweisen können.

Nutritionsscalen.

Eine genaue und übersichtliche Feststellung des Nutritionswerthes der einzelnen Nahrungsmittel ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Scalen dieser Art bieten für die ärztliche Praxis feste Anhaltspunkte zur Ueberwachung der Diät im gesunden und kranken Zustande; sie gewähren dadurch ein Mittel, in die Vorgänge des vegetativen Lebens mit Sicherheit modificirend einzugreifen. Leider sind die materiellen Grundlagen der wenigsten Krankheitsprocesse in dem Maaße erforscht, daß in diesem Sinne überall bestimmte Aufgaben gestellt werden könnten. Jedenfalls ist indeß, wie aus dem Vorhergehenden sich ergeben dürfte, das vorhandene Material größer, als in der klinischen Technik Berücksichtigung zu finden pflegt. Eine allgemeinere Bedeutung gewinnen die Nutritionsscalen da, wo es sich um die Ernährung großer Menschenmassen handelt, im Heerwesen, bei der ökonomischen Einrichtung von Armenhäusern und Spitälern, zu Zeiten der Noth und des Mangels, wo bei beschränkter Auswahl von Nahrungsmitteln das Nöthige beschafft werden muß. Man hat seit langer Zeit nach einem sicheren Maaßstabe für die Beantwortung der einschlägigen Fragen gesucht und zu dem Ende zwei verschiedene Wege betreten. Bald nämlich suchte man den Ernährungswerth mittelst praktischer Versuche durch Beobachtung des Einflusses, welchen die einzelnen Nahrungsmittel auf die Nutrition äußern,

---

[1]) Bei zahlreichen Versuchen, welche hierüber auf dem hiesigen physiologischen Institute bei Menschen und Thieren theils von mir, theils von Dr. König und Anderen meiner Zuhörer angestellt wurden, erschienen, wenn die erforderliche Menge ($1\frac{1}{2}$ bis 4 Grm.) harnsauren Kali's oder Ammoniaks eingenommen war, regelmäßig im Harn Krystalle von oxalsaurem Kalk. Nach der Injection einer warmen Lösung von harnsaurem Ammoniak in die Jugularvene eines Hundes zeigten sich ebenfalls im Harn Oxalatkrystalle. (Vergl. Ann. d. Chemie u. Pharmacie. März 1848.)

[2]) Lehmann entleerte bei animalischer Kost in 24 Stunden 5,1 Grm. Extractivstoff, bei vegetabilischer 16,4 Grm., bei stickstofffreier Diät 11,8 Grm.

zu finden; bald dagegen hielt man sich einfach an die Ergebnisse, welche die chemische Analyse der Nutrimente geliefert hatte. Beide Wege führen nur unvollkommen zum Ziele. Der erste gestattet keine genauen Resultate, weil wir keinen Maaßstab haben, nach welchem wir den Einfluß der Nahrung bestimmen könnten, und uns nur eine approximative Schätzung übrig bleibt. Wägungen, wie sie Boussingault vornahm, reichen nicht aus, sie geben nur eine allgemeine Anschauung über erfolgte Zu- oder Abnahme, lassen aber ungewiß, welche Theile des Organismus, Fett oder Muskeln ꝛc., davon betroffen werden. Die chemische Analyse ist für unsern Zweck aus dem Grunde nicht vollkommen genügend, weil sie uns über die mechanische Vertheilung der einzelnen Bestandtheile der Nutrimente, von welcher deren Verwendbarkeit für die Zwecke der Ernährung abhängt, im Ungewissen läßt. (vergl. S. 669.)

Die ersten Versuche, welche zur Entwerfung einer Nutritionsscale gemacht wurden, rühren von Percy und Vauquelin her[1]). Sie gelangten zu folgenden Resultaten:

45 Kilogr. Kartoffeln können ersetzt werden durch:
3 — 4 Kilogr. Fleisch mit 12 Kilogr. Brot,
15 — 16 » Brot allein,
13 Kilogr. Reis, trockene Erbsen, Linsen, Bohnen u. s. w.,
24 » frische Erbsen, Linsen u. s. w.,
90 » gelbe Rüben oder Spinat,
115 » Rüben,
150 » weißen Kohl.

Als später Gay-Lussac Stickstoff in dem Samen der Pflanzen entdeckte und durch schärfere Auffassung der Erscheinungen des vegetativen Lebens über die große Bedeutung, welche die stickstoffhaltigen Materien für die Ernährung haben, klar wurde, fing man bald an den Stickstoffgehalt als Maaßstab des Nutritionswerthes hinzustellen und in diesem Sinne Tabellen zu entwerfen. Der Gesichtspunkt, von welchem man hier ausging, ist in so weit zu rechtfertigen, als der Stickstoffgehalt die Menge der Blutbilder anzeigt, er führt indeß zu unrichtigen Resultaten, sobald der Stickstoff ganz oder zum Theil von anderen organischen Stoffen, Gelatine, Pflanzenbasen ꝛc. herrührt. Scalen dieser Art wurden von Boussingault[2]), Schloßberger, Kemp[3]) und Horsford[4]) geliefert. Wir theilen hier eine Zusammenstellung der von Boussingault auf praktischem und von Horsford auf theoretischem Wege gefundenen Zahlenwerthe mit; die von Schloßberger und Kemp mitgetheilten Tabellen sind praktisch unbrauchbar, weil der Wassergehalt im frischen Zustande nicht berücksichtigt wurde und weil der gefundene Stickstoff für die meisten von ihnen analysirten Materien, welche Gelatine ꝛc. enthalten, kein Maaßstab für die Menge der Hämatogeneten ist.

---

[1]) Sur la qualité nutritive des alimens comparés entre eux im Bulletin de la Faculté de Medicine de Paris. 1718. Nr. 4.

[2]) Die deutsche Ausgabe von Boussingault's Landwirthschaft. S. 292—295.

[3]) Ann. der Chemie u. Pharmacie. Bd. LVI. S. 78—94.

[4]) Ann. der Chemie u. Pharmacie. Bd. LVIII. S. 166—212.

Nahrungswerthe in Aequivalenten, Weizen zu 100 gesetzt:

	Theoretische Aequivalente		Praktische Aequivalente im frischen Zustande.
	bei 100° getrocknet.	im frischen Zustande.	
Weizen	100	100	94
Roggen	98,8	97,6	97,6
Welschkorn	115	113	108
Einkorn	128	124,6	—
Gerste	104	102	101,5
Rispenhafer	92	90	112,7
Reis	220	225	—
Buchweizen	170	166	122,7
Tischerbsen	59,9	57,6	90,7
Felderbsen	57,7	60	90,7
Tischbohnen	59,2	57	94,7
Große weiße Bohnen	58,8	57	94,7
Linsen	55,5	53	—
Weiße Kartoffeln	169,8	565,6	429
Blaue Kartoffeln	220,8	596,3	429
Möhren	158,6	959,4	545,4
Rothe Rüben	109	501,5	—
Gelbe Rüben	182,7	919,4	589,7
Kohlrüben	133,8	919,4	1000
Zwiebeln	224,6	210,6	—

Es ist unmöglich, bei der Entwerfung einer Nutritionsscale alle Momente zu berücksichtigen, welche außer der chemischen Zusammensetzung auf den Ernährungswerth der Alimente influiren. Wir haben dieselbe thunlichst bei den einzelnen Nahrungsmitteln in Erwägung gezogen und werden bei der Beschreibung der Verdauungsprocesse noch manches nachzutragen finden. Hier beschränken wir uns darauf, die Nahrungsmittel nach ihrem Gehalte an eiweißartigen Verbindungen, von denen der Hauptsache nach ihr Nutritionswerth abhängig ist, zusammenzustellen.

In einer zweiten Tabelle werden wir gleichzeitig den Gehalt an Kohlehydraten vorführen. Diese sind zwar für die Ernährung von geringerer Bedeutung, erfüllen jedoch ebenfalls wichtige Zwecke und sind in manchen Alimenten die alleinigen (wie im Sago) oder die hauptsächlichsten Nahrungsstoffe (wie in den Kartoffeln, Reis 2c.). In Bezug auf den Wassergehalt kann man bei der Entwerfung der Scalen von zwei Gesichtspunkten ausgehen, man kann den des rohen Zustandes, oder den nach der Bereitung vorhandenen in Rechnung bringen; das Erstere gestattet eine allgemeinere Anwendung der Zahlenwerthe, das Letztere dagegen erlaubt eine directe Application auf die Diätetik. Wir wählen das Erstere und verweisen für das Andere auf das S. 725 Mitgetheilte.

I. Nutritionsscale nach dem Reichthum der Nahrungsmittel an eiweißartigen Verbindungen im frischen Zustande.

	Procentzahl der Hämatogeneten in frischem Zustande.	Procentzahl des Wassergehalts.
Käse (friesischer) . .	68	32
» (schweizer) . . .	62	28
Eisubstanz ohne Schale	20	57
» mit Schale	18	52
Eigelb	15,76	51,48
Eiweiß	12 — 13,8	85
Fleisch von Säugethieren	14 — 16	77
» von Fischen . .	12 — 14	80
Muttermilch	5,4 — 1,9	91,4 — 86,1
Milch von Kühen . .	7,2 — 6,7	85,7 — 82,3
Eselsmilch	1,6 — 1,9	90
Weizenmehl	11,69 — 19,17	12,73 — 13,85
Roggenmehl	10,34 — 15,96	13,78 — 14,68
Reis	6,27 — 3,8	15,14
Buchweizenmehl . . .	5,84	15,12
Gerste	12,26 — 15,35	16,79 — 13,80
Erbsen	24,41	13,43 — 19,50
Bohnen	24,71	13,41
Große weiße Bohnen .	24,67	15,80
Linsen	26,50	13,01
Weiße Kartoffeln . .	2,49	74,95
Blaue » . .	2,37	68,94
Möhren	1,48	86,10
Rothe Rüben . . .	2,83	81,61
Gelbe Rüben . . .	1,54	83,28
Kohlrüben	1,54	87,78
Zwiebeln	0,46	93,78

II. Gehalt an Kohlehydraten und Hämatogeneten der bei 100° getrockneten Substanz:

	Procentzahl des Amylums.	Procentzahl der Hämatogeneten.
Weizenmehl Nro. 1 .	65,21	19,16
» Nro. 2 .	66,93	13,54
» Nro. 3 .	57,70	21,97
Roggenmehl Nro. 1 .	61,26	11,94
» Nro. 2 .	54,84	17,71
» Nro. 3 .	57,07	—
Gerstenmehl	64,63	—
Buchweizenmehl . . .	65,05	6,89
Maismehl	77,74	13,66
Reis	85,87	7,40
Bohnen	37,71	28,54
Erbsen	38,81	28,22
Linsen	39,62	—

III. Die Verdauung.

Die Vorgänge des vegetativen Lebens haben insgesammt ihr Centralorgan im Blute. In diesem bewegten Heerde beständigen Schaffens und Vergehens finden sich Anfang- und Ende derjenigen Metamorphosenreihe, welche alle für den thierischen Haushalt verwendbaren Stoffe zu durchlaufen haben, vereinigt. Alles, was auf der einen Seite zum Wiederersatz oder zur Unterhaltung bestimmter Functionen verwandt wird, muß in's Blutgefäßsystem eindringen, um an den Ort seiner Bestimmung geführt zu werden, ebenso muß auf der andern Seite Alles, was den Zwecken des Lebens gedient hat und unbrauchbar wurde, wiederum im Blute erscheinen, um ausgeschieden zu werden. Bei weitem die größere Menge aller eingeführten Stoffe, stickstoffhaltige, wie stickstofflose, erreicht schon im Blute das Ziel ihrer Verwendung, wird hier umgewandelt und ausgeschieden, ohne eine bestimmte organische Form gewonnen zu haben (Vergl. I. S. 663.).

Die erste Bedingung zur Verwendung der Nahrungsstoffe, sei es für den Wiederersatz untergegangener Organe, sei es für die Unterhaltung bestimmter Processe, ist daher ihre Aufnahme in's Blut. Das Gefäßsystem des lebenden Körpers bildet aber ein nach allen Seiten geschlossenes Ganze, in welches der Eintritt nur auf dem Wege der Diffusion möglich ist. Die nächste Aufgabe zur Realisirung der Aufnahme von Nahrungsstoffen in den inneren Kreis des organischen Lebens ist daher die Verflüssigung, die Auflösung, weil nur flüssige Substanzen die Gesetze der Diffusion, der Endosmose erfüllen können. Die Mittel und die Vorgänge, durch welche dieser Zweck erreicht, den Nahrungsstoffen der Eintritt in das Blutgefäßsystem ermöglicht wird, bilden den Gegenstand der Lehre von der Verdauung.

Der Verdauungsproceß hat als Anfangsact derjenigen Vorgänge, durch welche Gegenstände der Außenwelt allmälig dem thierischen Organismus einverleibt werden, als die Quelle also, aus welcher die Gesammtheit des vegetativen Lebens die Materialien schöpft, mit welchen es handelt, schon früh und vielfach den Eifer der Aerzte und Physiologen beschäftigt. Man sah bald ein, daß die Mittel, welche die Natur zu diesem Zwecke verwendet, zweierlei Art sind, nämlich 1) mechanisch zertheilende und 2) lösende. Die erstere Art der Verdauungsthätigkeit war an sich klar, über sie konnte nur insofern eine Meinungsverschiedenheit sich erheben, als man die Bedeutung der mechanischen Zerkleinerung, wie sie durch das Kauen und durch die Contractionen des muskulösen Magens ausgeführt wird, verschieden hoch anschlug, bald sehr gering achtete, bald dagegen überschätzte.

Die letztere Art der Verdauungsthätigkeit, nämlich die lösende, ist es, welche sehr verschiedene Deutungsweisen erfahren hat. Die Anschauungen, die man sich von ihr machte, trugen das Gepräge des Zeitalters, in welchem sie entstanden, sie blieben unvollkommen bis auf die neuere Zeit, wo die Einsicht in die chemischen Verhältnisse der organischen Substanzen im Allgemeinen klarer wurde, wo die genauere Erforschung der bei der Digestion thätigen Lösungsmittel und die experimentelle Prüfung ihrer Wirkungsweise zuverlässigere Data lieferte.

Hippokrates bezeichnete den ganzen Complex von Vorgängen, welchen wir Verdauung nennen, mit dem Worte Coction, eine Bezeichnung, welche, obgleich sie ursprünglich wohl im figürlichen Sinne gebraucht wurde, die Commentatoren der Alten buchstäblich nahmen und den Proceß der Lö-

fung von der Wärme abhängig machten. Die blinde Anhänglichkeit an die Alten war groß genug, um der Theorie der Coction auch in jenem crassen Sinne Anhänger zu verschaffen. Erst als die kaum erwachsene chemische Forschung im jugendlich phantastischen Gewande der Alchymie durch van Helmont und Franz Sylvius ihren Einfluß auf die Medicin geltend zu machen anfing, verließ man allmählig die alte hippokratische Ansicht und glaubte in der Gährung einen Proceß gefunden zu haben, mit welchem die Umwandlung der Nahrungsmittel im Magen und Darmcanal übereinkomme. Als Gährungserreger betrachtete man hierbei bald eine kleine Quantität von Nahrungsmitteln, welche zu diesem Zwecke im Magen zurückbleiben sollte, bald nahm man eine eigenthümliche saure Substanz als Ferment an [1]).

Eine andere Secte der iatrochemischen Schule reducirte die Verdauung auf einfache Fäulniß. Sie erschloß dieselbe aus den für die faulige Zersetzung günstigen Verhältnissen des Verdauungscanals, der Feuchtigkeit und Wärme, welchen die so leicht veränderlichen Speisen hier ausgesetzt wurden, aus dem stinkenden Athem der Fleischfresser, dem fauligen Geruche der Excremente und der Blähungen 2c.

Die iatromathematische Schule erklärte, ihrem Principe getreu, die Action der Verdauung auf rein mechanischem Wege: die Zerreibung der Ingesta durch die muskulösen Magenwände sollte die Ursache aller weiteren Veränderungen sein. Die Richtung der damaligen Zeit, insbesondere aber die hervorragenden Namen, wie Borelli, Pitcarn, Hecquet, Boerhaave 2c., welche sich mit ihr verbanden, verschafften dieser Theorie einen bedeutenden Anhang. Lange konnte indeß ihre Unzulänglichkeit, welche schon bei einer oberflächlichen anatomischen Betrachtung der Magen- und Darmwände des Menschen und der meisten Thiere, mit alleiniger Ausnahme der Vögel, in die Augen springen mußte, nicht verborgen bleiben und bald neigten Männer, wie Wepfer, Viridet, Valisneri und Andere, sich wiederum mehr den Ansichten der chemischen Schule zu. Sie schrieben die Digestions-Thätigkeit den auflösenden Kräften zu, welcher ein besonderer vom Magen secernirter Saft auf die Speisen ausüben sollte [2]).

Alle bisherigen Theorien waren mehr Ideen, durch welche man sich die Verdauung zu veranschaulichen suchte, als die Ergebnisse einer sich streng an die Beobachtung haltenden Forschung [3]). Diese beginnen erst mit Réaumur [4]). Die Versuche dieses ausgezeichneten Physikers, welche von dem unermüdlichen Spallanzani [5]), bestätigt, erweitert und zum Theil auch berichtigt wurden, eröffnen den Reigen der eigentlichen Forschung über die Processe der Digestion. Von ihnen wurde die Gegenwart eines ohne alle mechanische Nebenhülfe wirksamen Magensaftes zur Gewißheit erhoben, theils dadurch, daß sie nachwiesen, wie vegetabilische und animalische Stoffe, welche

---

1) Van Helmont stellte sich eine Art animalischen Scheidewassers vor.

2) Viridet Tractatus medico-physicus de prima coctione. Genevae 1691.

3) Spallanzani sagt S. 234 seiner Expériences ebenso wahr als treffend: En parcourant les Médecins anciens et modernes, je n'ai rien trouvé de plus commun que leurs raisonnemens sur la digestion de l'homme; mais qu'il me soit permis de le dire, ils ont plus cherché à diviner la manière dont la digestion s'opère qu'à chercher à la découvrir.

4) Réaumur. Sur la digestion des oiseaux. Mémoires de l'Académ. de Paris 1752.

5) Spallanzani. Expériences sur la digestion de l'homme et de différentes espèces d'animaux, par J. Sennebier. Genève 1783.

von durchbrochenen Röhrchen umschlossen in den Magen gebracht, also jeder zerreibenden Einwirkung entzogen waren, dennoch vollkommen verdaut wurden, theils durch die künstlichen außerhalb des Organismus eingeleiteten Verdauungsversuche, zu denen Réaumur die erste Idee gab, welche von Spallanzani zuerst mit Erfolg angestellt wurden. Durch die letzteren erhielt die chemische Ansicht von den in Rede stehenden Vorgängen den vitalen Theorien gegenüber eine feste Grundlage.

Leider wurde der Weg der exacten Forschung, welchen jene beiden Männer nicht ohne Resultate betreten hatten, bald wieder verlassen. Die nächste Veranlassung dazu gab der Mangel einer bestimmten chemischen Charakteristik des Magensaftes. Man fragte, ehe man sich zu der Annahme einer chemischen Erklärung des Digestionsprocesses verstehen wollte, mit Recht nach der Natur derjenigen Flüssigkeit, welche so energisch auflösend wirke, ob es eine Säure sei oder ein Alkali. Die Antwort lautete unbefriedigend, nicht einmal über die Reaction derselben war man einig: während Réaumur und die meisten älteren Beobachter sie für sauer erklärten, vertheidigte Spallanzani ihre neutrale Beschaffenheit. Dumas von Montpellier und nach ihm Chaussier glaubten beiden Meinungen Recht geben zu müssen und suchten darzuthun, daß die Reaction nach der Art der Nahrung wechsele, daß das Secret des Magens je nach dem Eindrucke, welchen die Speisen auf denselben machten, verschieden ausfalle. Die Vitalitätstheorie lag bei dieser Annahme schon klar genug im Hintergrunde. Bald darauf ging Montègre [1]) noch einen Schritt weiter und läugnete das Vorhandensein eines eigenthümlichen Magensaftes gänzlich. Das, was man dafür halte, erklärte er für veränderten Speichel. Die Beobachtungen über den Einfluß, welchen die Durchschneidung des N. pneumogastricus auf das Digestionsgeschäft übt, wie sie von Blainville, Legallois, Dupuy, Wilson Philipp, Clarke, Hastings und A. zu dieser Zeit publicirt wurden, waren wenig geeignet von jenen Ansichten abzulenken, sie führten am Ende durch die Bemühungen Wilson Philipp's und Purkinje's dahin, daß auch noch der Elektricität eine Theilnahme am Verdauungsproceß zugeschrieben wurde.

Während sich auf diese Weise die Ansichten mehr und mehr confundirten und man bereits offenbar Rückschritte zu machen angefangen hatte, stellte im Jahre 1823 die Pariser Akademie der Wissenschaften die Aufgabe: »De déterminer par une série d'expériences chimiques et physiologiques, quels sont les phénomènes, qui se succèdent dans les organes digestifs durant l'acte de digestion«, in Folge welcher zwei Arbeiten erschienen, die eine neue Bahn eröffneten, die von Leuret und Lassaigne [2]) und die von Tiedemann und Gmelin [3]). Das wahrhaft classische Werk der beiden deutschen Gelehrten bildete von da ab den Ausgangspunkt aller weiteren Forschungen; in ihm wurden die Grundlagen festgestellt, an welchen die neuere Physiologie ihre Resultate anknüpfen konnte.

Vergeblich suchte C. H. Schultz [4]) 1834 noch einmal den Ideen von Montègre Eingang zu verschaffen, um so mehr als fast zu derselben Zeit

[1]) A. E. de Montègre. Expériences sur la digestion dans l'homme. Paris 1812.

[2]) Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825.

[3]) Die Verdauung nach Versuchen. Heidelberg und Leipzig 1826.

[4]) De alimentorum concoctione experimenta nova. Berolini 1834.

die Magenfistel des canadischen Jägers St. Martin dem Dr. W. Beaumont[1]) eine neue reiche Quelle directer Beobachtungen darbot und William Prout[2]) seine gründlichen Arbeiten veröffentlichte.

In demselben Jahre theilte Eberle[3]) in Würzburg seine Entdeckung des künstlichen Magensaftes mit und gab dadurch der experimentellen Prüfung des Verdauungsprocesses eine bisher nicht gekannte Zugänglichkeit, welche bald von zahlreichen Forschern ausgebeutet wurde. J. Müller u. Schwann[4]), Wasmann[5]), Vogel[6]), Valentin u. A. stellten große Reihen künstlicher Verdauungsversuche an und bemühten sich, die Veränderungen zu ermitteln, welche die Nutrimente bei ihrer Auflösung erfahren, sowie den Antheil festzustellen, welchen an diesen Vorgängen einerseits die einzelnen Bestandtheile des Magensaftes: die freie Säure, die organische Substanz und die Salze, andererseits die äußeren Verhältnisse, die Temperatur mit haben. Die organische Substanz des Magensaftes suchte Schwann zu isoliren und nannte die von ihm gefundene Materie Pepsin. Auf die Wirkungsweise derselben, welche, weil sie außerhalb des Bereiches der Affinitätsgesetze sich bewegte, bisher völlig räthselhaft geblieben war, warf die genauere Verfolgung der sogenannten Contactwirkungen durch Berzelius und besonders durch J. Liebig einiges Licht.

Die freie Säure des Secrets der Magenschleimhaut, welche eine Zeitlang auf Prout's Autorität allgemein für Salzsäure genommen war, fand ebenfalls erneuete Prüfung. Man stritt sich über die Natur derselben vielfach herum, bis endlich die Ansicht, es sei Milchsäure, das Uebergewicht erhielt.

In neuester Zeit gewann noch die Methode der experimentellen Untersuchung der Verdauung durch Blondlot[7]), welcher die Anlegung von Magenfisteln bei Thieren lehrte, eine wesentliche Bereicherung.

Morphologie der Verdauungswerkzeuge.

Der Verdauungsapparat stellt in dem ganzen Thierreiche einen schlauchartigen Canal dar, welchen die Nahrungsstoffe zu durchwandern haben und in welchen die verschiedenen ihre Umwandlung und Auflösung vermittelnden Substanzen zugemischt werden. Diese letzteren werden theils von der innern Auskleidung des Canals selbst geliefert, theils dagegen von complicirteren drüsigen Organen, welche demselben angehängt sind und ihr Secret in dessen Höhle ergießen. Zur Fortbewegung der Ingesta ist der Schlauch überall mit Muskelfasern bekleidet. Umgeben wird derselbe von zahlreichen Blut- und

---

1) Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung. Aus dem Englischen von Luden. Leipzig 1834.

2) Exper. on the gastric juice in Philosoph. Transactions 1834. Ferner Chemistry, Meteorology and the function of digestion. London 1834.

3) Physiologie der Verdauung nach Versuchen auf natürlichem und künstlichem Wege. Würzburg 1834.

4) Müller's Archiv 1836. S. 70 u. S. 90 fgg.

5) De digestione nonnulla. Berolini 1839.

6) Annal. der Chemie und Pharmacie 1839. S. 37 und R. Wagner's Lehrb. der spec. Physiolog.

7) Traité analytique de la digestion, considerée particulièrement dans l'homme et dans les animaux vertébrés, par N. Blondlot. Paris et Nancy 1843.

Lymphgefäßen, welche sofort alles Gelöste aufnehmen und dem Blute zuführen.

Im Einzelnen zeigt dieser Apparat im Thierreiche manche Verschiedenheiten, welche hauptsächlich nach der Art der Nahrung, ihrem Reichthum an nährenden Bestandtheilen und deren leichterer oder schwererer Löslichkeit sich richten. Bei der Mehrzahl der wirbellosen Thiere läßt der Darmcanal, so abweichend ihre übrige Organisation sich auch darstellt, in seinen wesentlichen Theilen große Uebereinstimmung mit dem der Wirbelthiere wahrnehmen, nur die Form, die Lage und die Entwicklung der einzelnen Partieen zeigt mancherlei Differenzen. Auffallend ist es, daß die Milz und das Pancreas lediglich den Wirbelthieren reservirt bleiben. Bei diesen letzteren hat die Anordnung und Gliederung der einzelnen Theile des Digestionsapparats und seiner Anhänger überall die größte Aehnlichkeit mit denen des Menschen. Nur in Bezug auf die Länge des ganzen Schlauches und der Entwicklung der einzelnen Parthieen sind beträchtliche Verschiedenheiten wahrzunehmen, welche durch die Art der Nahrung gefordert werden. Bei den Pflanzenfressern, deren Alimente, wie schon früher angedeutet wurde, verhältnißmäßig arm an Nährstoffen sind, welche außerdem nur langsam und schwierig von den lösenden Agentien aufgeschlossen werden, ist die Länge des Darmcanals weit beträchtlicher, als bei den Fleischfressern, welche eine reiche leicht umzuwandelnde Kost genießen. Am längsten ist der Darmcanal bei den Wiederkäuern, er verhält sich hier zur Länge des ganzen Körpers wie 15 oder 20 zu 1, beim Schaf sogar wie 28 : 1. Bei den Carnivoren sinkt das Verhältniß auf 4 : 1, bei den Fledermäusen auf 3 : 1. Beim Menschen und bei Thieren mit gemischter Nahrung stellt sich ein mittleres Verhältniß heraus: beim Menschen wie 6 : 1 bei den Nagern und Affen wie 5 oder 6 : 1.

Die einzelnen Theile und Organe des Digestionscanals zeigen in ähnlicher Weise, wie dessen Länge, mannichfache Verschiedenheiten, welche mit der Lebens- und Nahrungsweise, also mit den Zwecken, welche der Apparat zu erfüllen hat, in engem Zusammenhange stehen. Die hierüber von Seiten der vergleichenden Anatomie festgestellten Thatsachen sind auch für die Physiologie der menschlichen Verdauungsthätigkeit, um welche es sich hier zunächst handelt, von Interesse, weil sie auf manche Theile derselben ein helles Licht werfen.

Was zunächst die Kauwerkzeuge betrifft, so erscheinen die Zähne, abgesehen von den übrigen Diensten, welche sie in den verschiedenen Classen des Thierreichs als Vertheidigungsmittel ꝛc. leisten, von der bewunderswerthesten Zweckmäßigkeit je nach der Fleisch-, Pflanzen- oder gemischten Nahrung ihrer Inhaber. Die lange Reihe geriefter Mahlzähne, welche bei den Pflanzenfressern, insbesondere den Wiederkäuern, die feine Zerreibung der vegetabilischen Gewebe vollbringen, und die wenigen mit einfachen Zacken versehenen Backenzähne der Carnivoren, welche nur zum Zerbrechen harter Theile dienen können, bilden die beiden Extreme, zwischen welchen die Kauwerkzeuge der Thiere mit gemischter Nahrung die Mitte halten. Der Mensch gehört dem Baue seiner Zähne nach zu den letzteren. Wo, wie bei den Vögeln, die Zähne fehlen, findet sich ein Surrogat in dem muskulösen mit derben Epithelialschichten ausgekleideten Magen.

Der Darmschlauch stellt sich nirgend in der Thierwelt als einen Canal von vollkommen gleichmäßigem Caliber dar, sondern er besitzt constant mehrere erweiterte Stellen, Ausbuchtungen, in welchen die Ingesta aufgehalten und der Einwirkung der hier hinzutretenden Lösungsmittel auf längere Zeit

ausgesetzt werden. Die Anzahl, Form und Größe dieser Aussackungen zeigen ebenfalls, je nach der Nahrungsweise, mancherlei Differenzen. Die erste derselben, der Magen, unstreitig derjenige Theil des Darmtractus, in welchem die wichtigsten Metamorphosen der Nahrungsstoffe eingeleitet, zum Theil auch vollendet werden, erscheint bei den Carnivoren stets als ein einfacher, rundlicher, verhältnißmäßig kleiner Sack. Bei den Pflanzenfressern wird er viel umfangsreicher, er zerfällt bald in zwei Abtheilungen, von denen nur die eine der eigentlichen Verdauung obliegt, die andere aber, mit einer blindsackigen Ausbuchtung versehen, lediglich zur Aufweichung dienen kann, bald dagegen (bei den Wiederkäuern) bildet er einen complicirten Apparat, welcher aus vier Behältern besteht, von denen die drei ersten nur vorbereitende Zwecke, der letzte dagegen die eigentliche Verdauung besorgt. Die nicht unbeträchtliche Entwicklung des Blindsacks im menschlichen Magen deutet in ähnlicher Weise, wie der Kauapparat auf gemischte Kost.

Die zweite Aussackung des Darmcanals, der Blinddarm oder das Coecum, in welchem die bis dahin auf ihrem Wege durch Magen und Dünndarm nicht genügend extrahirten Nahrungsstoffe von neuem einen Rastpunkt und Zeit für weitere Metamorphosen finden, ist bei den reißenden, auf animalische Kost hingewiesenen Thieren, wie bei den Katzen, äußerst klein; bei den Pflanzenfressern dagegen, wie bei den Pferden, sehr entwickelt, seine Größe übertrifft bei einigen Nagethieren, wie beim Hasen und Hamster &c., den Magen um das Drei- bis Sechsfache an Umfang. Die Schwierigkeiten, welche die Nahrungsstoffe des Pflanzenreichs den Verdauungssäften entgegenstellen, macht diese Einrichtung zum Bedürfniß. Im Menschen zeigt der Blinddarm einen mittleren Grad der Entwicklung; er übertrifft den der Fleischfresser an Größe, erreicht aber bei weitem nicht diejenige, welche bei Thieren mit ausschließlicher Pflanzennahrung gefunden wird.

Die drüsigen Anhänge des Verdauungscanals, denen die Bereitung eines Theils der Flüssigkeiten, die bei der Auflösung und Extraction der Nutrimente in Anwendung kommen, obliegt, die Speicheldrüsen, die Leber, das Pancreas sind, wie ihr Vorkommen und ihre Entwicklung in den verschiedenen Thierclassen schließen läßt, von sehr ungleicher Bedeutung für den Haushalt des Organismus im Allgemeinen und die Vorgänge der Verdauung im Besondern.

Die Speicheldrüsen, welche beim Menschen und der Mehrzahl der Säugethiere als stark entwickelte conglomerirte Drüsen wahrgenommen werden, fehlen in der Regel denjenigen Thieren, welche ausschließlich im Wasser leben, wie den Wallfischen, Delphinen, den Fischen und nackten Amphibien. Der Einfluß ihres Secrets auf den Digestionsproceß scheint hiernach wenigstens kein allgemeiner zu sein, was wir später genauer bestätigt finden werden. Die Umwandlung einer bestimmten Gruppe von Alimenten (der Amylacea) im Magen wird sich neben der Erweichung und Befeuchtung, welche das Schmecken und Schlingen trockener Substanzen möglich machen, als die Aufgabe des Speichels heraus stellen. Die Secretionsorgane desselben können daher fehlen, wo die Alimente kein Amylum enthalten und wo dieselben immer mit Flüssigkeiten verschluckt werden, wie es bei den im Wasser leben- Geschöpfen der Fall ist.

Allgemein vorhanden in der ganzen Reihe der Thierwelt ist dagegen das zweite drüsige Organ, die Leber, welche das Product ihrer Secretionsthätigkeit, die Galle, constant in den obern Theil des Darmcanals ergießt und zwar entweder, wie bei einigen niederen Thieren, schon in

den Magen, oder, was der gewöhnliche Fall ist, in den Zwölffingerdarm [1]). Dies constante Vorkommen und die bedeutende Größe der Leber deuten auf wichtige Zwecke, welche dieses Organ im Interesse des Gesammtorganismus zu erfüllen hat. Die Frage ist nur: bestehen dieselben, wie es bei den bisher berührten Secretionsproducten der Fall war, lediglich in der Realisirung der Verdauungsprocesse oder ist diese nur ein untergeordneter Theil ihrer Wirksamkeit, oder endlich betheiligt sie sich bei der Digestion gar nicht. Das vollständige Material für die Beantwortung dieser Fragen wird uns erst in dem über die Chemie der Verdauung handelnden Abschnitte zu Gebote stehen, hier halten wir uns vorläufig bloß an die anatomischen Verhältnisse. Diese weisen darauf hin, daß die Galle zwar keineswegs bloß für die Zwecke der Verdauung secernirt wird, jedoch bei der Ausführung derselben eine bestimmte Rolle zu übernehmen hat. Für das erstere spricht die Thatsache, daß der Gallenapparat bei Thieren, die langsam verdauen und selten Nahrung zu sich nehmen, wie bei den Amphibien, Fischen und Mollusken, stärker entwickelt ist, als bei den Vögeln und Säugethieren, welche viel größere Mengen von Alimenten consumiren; es spricht ferner dafür die Mündung eines Theils der Gallengänge in der Nähe des Afters, bei den Doris- und Tethysarten, sowie endlich die fortdaurende Secretion in Zeiten, wo keine Digestion stattfindet, im Foetalzustande und während des Winterschlafs. Die Theilnahme der Galle an der Verdauungsarbeit hat von anatomischer Seite die wichtige Thatsache für sich, daß überall in der ganzen Thierwelt dies Secret theilweise oder, was gewöhnlich der Fall ist, gänzlich im oberen Theile des Darmcanals ergossen wird, sich hier den Ingestis beimengt, während sie mitten in den Umwandlungsprocessen begriffen sind. In welcher Weise die Galle in letztere eingreift, werden wir später zu ermitteln suchen.

Von ganz untergeordneter Bedeutung ist als Anhang der Leber die Gallenblase, ein Reservoir für die zeitweise Aufbewahrung dieser Flüssigkeit. Sie fehlt bei übrigens nahe verwandten Thieren, so bei vielen Vögeln und Säugethieren, während andere sie besitzen; sie kann beim Menschen obstruirt werden und völlig veröden, ohne daß der Vorgang der Verdauung dadurch irgendwie beeinträchtigt würde.

Die Bauchspeicheldrüse. Das Pancreas, ein acinöses in ihrer Structur den Speicheldrüsen nahe stehendes Secretionsorgan, hat eine weniger allgemeine Verbreitung als die Leber. Sie fehlt den wirbellosen Thieren gänzlich, kommt jedoch mit Ausnahme einiger Fische den Wirbelthieren allgemein zu. Unerläßlich für das Zustandekommen der Verdauung scheint sie hiernach nicht zu sein. Direct wird dies bewiesen durch die zahlreichen in neuerer Zeit leider in Vergessenheit gerathenen Versuche von J. C. Brunner [2]), welcher bei Hunden die Bauchspeicheldrüse exstirpirte oder durch Unbindung zerstörte, ohne daß dadurch ihre Ernährung beeinträchtigt worden wäre. Die pathologischen Verhältnisse des Pancreas geben über dessen Bedeutung wenig Aufklärung, weil ihre Symptomatik noch zu sehr im Dunklen liegt. Abmagerung wird sehr oft bei Pancreasleiden gesehen; ebenso wie gestörte Digestion: allein beide fehlen in andern Fällen und zwar gerade in solchen, wo das Parcreas fast gänzlich zerstört war. (Vergl. H. Claessen, die Krankheiten der Bauchspeicheldrüsen S. 96.) Bemerkenswerth ist, daß das

---

[1]) Nur bei wenigen Thieren wird der kleinere Theil der Galle oben im Darmcanal entleert, der größere dagegen entweder in den Blinddarm (bei dem Genus Aplysia) oder in der Nähe des Afters bei den Doris- und Tethysarten und anderen Mollusken.

[2]) Nova experimenta circa Pancreas. Lugd. B. 1722.

Pancreas bei Pflanzenfressern im Allgemeinen größer ist, als bei Fleischfressern [1]), sowie daß nach den Beobachtungen von Daubenton, diese Drüse bei Carnivoren, wie bei den Katzen, wenn dieselben im gezähmten Zustande an Pflanzenkost gewöhnt werden, bedeutend an Umfang zunimmt.

Von dem feineren Bau der inneren Auskleidung des Verdauungscanals.

Die innere Auskleidung des Darmcanals ist für das Zustandekommen des Digestionsprocesses von hervorstechender Wichtigkeit. Sie giebt keineswegs einen Behälter ab, welcher theilnahmlos die allmälig sich an einander reihenden Acte von Umwandlungen der Ingesta mit Hülfe der, durch die drüsigen Anhänge gelieferten Secrete geschehen läßt, sondern sie betheiligt sich bei den einzelnen Vorgängen auf das Lebhafteste und trägt zu deren regelrechten Ausführung mehr bei, als die größeren Drüsen.

Die Theilnahme der Darmhäute an dem Verdauungsgeschäft äußert sich in dreifacher Weise:

1. Durch die Absonderung von Flüssigkeiten, welche die Auflösung der Ingesta einleiten. Die Secretion derselben wird bewerkstelligt durch zarte drüsige Gebilde, welche im Gewebe der Schleimhaut eingebettet liegen.

2. Durch die Vermittelung der Resorption der verflüssigten Ingesta. Sie hält gleichen Schritt mit der Auflösung und beschleunigt dieselbe, indem sie alle genügend umgewandelten Theile entfernt und das Uebrigbleibende den lösenden Agentien wieder zugängiger macht. Die Aufsaugung geschieht theils vermittelst der Venen, theils dagegen vermittelst der Lymph- oder Chylusgefäße; sie wird befördert durch die Falten und Zotten, welche im mittleren Theile des Darmcanals die Fläche der Schleimhaut vergrößern und die innige Berührung derselben mit den Contentis erleichtern.

3. Auf mechanischem Wege durch die Muskelhaut. Die Contractionen derselben beschleunigen die chemischen Umwandlungen, indem sie eine innige Vermischung der Secrete mit den Ingestis bewirken; sie begünstigen sodann die Resorption durch Eintauchung der Zotten in den Chymus; endlich besorgen sie die Weiterbeförderung der Contenta und die schließliche Ausstoßung des Unbrauchbaren.

Wir betrachten zunächst die drüsigen Secretionsorgane, welche im Gewebe der Schleimhaut eingebettet liegen, im Allgemeinen, um sodann zur speciellen Beschreibung der einzelnen Theile des Darmtractus überzugehen. Die den Mechanismus der Resorption vermittelnden Gebilde werden, soweit sie bei dem Verdaungsproceß sich direct oder indirect betheiligen, hierbei gleichzeitig Berücksichtigung finden [2]).

Die Drüsen der inneren Auskleidung des Verdauungscanals zerfallen naturgemäß in drei größere Gruppen, welche ihrem Baue nach scharf von ein-

---

[1]) Bécourt (Recherch. sur le pancreas, ses fonctions et ses altérations organiques. Strasbourg 1830) stellt dies zwar in Abrede, allein die von ihm angegebenen Maaße streiten, wie Claessen mit Recht bemerkt, gegen seine eigene Annahme.

[2]) Ich halte mich bei der Beschreibung des feineren Baues der inneren Auskleidung des Verdaungscanals lediglich an eigene Beobachtungen, und beschränke mich hauptsächlich auf die beim Menschen vorkommenden Verhältnisse. In Bezug auf weitere Details, die bei den verschiedenen Thierclassen vorkommenden Formdifferenzen und die Literatur, verweise ich auf eine gemeinschaftlich mit Dr. H. Frey, nunmehr Prof. in Zürich, bearbeitete Monographie dieses Gegenstandes.

ander geschieden sind und von denen jede durch mehrere Formationen vertreten wird.

Die erste Gruppe umfaßt die lenticulären Drüsen, die einfachste Form aller Secretionsorgane. Sie bestehen aus einfachen nach allen Seiten geschlossenen Säcken von bald runder, bald ovaler Gestalt. (Tab. V. Figur 9 a.) Die Wandungen derselben sind amorph, vollkommen structurlos, werden durch Essigsäure nicht verändert und messen $^{1}/_{300}$ — $^{1}/_{400}$'''. In seltenen Fällen werden sie dicker und bedecken sich nach außen mit mehreren Schichten länglicher granulirter Kernbildungen. In ihrem Innern enthalten die Säcke eine zähe durchsichtige Flüssigkeit von alkalischer Reaction mit Formbestandtheilen verschiedener Art. Diese letzteren bestehen aus feinen Körnchen, die Molukularbewegung zeigen und, wenn sie in großer Menge vorhanden sind, bei auffallendem Lichte den Inhalt der Kapsel weiß erscheinen lassen. Außerdem finden sich längliche Zellenkerne von $^{1}/_{400}$''' und in spärlicher Menge blasse rundliche Zellen von $^{1}/_{150}$ — $^{1}/_{200}$''', welche letztere nicht selten auch fehlen. (Fig. 9 b. der aus Molekulen, Zellenkernen und rundlichen Zellen bestehende Inhalt einer lenticulären Drüse.)

Die Größe der linsenförmigen Drüsen wechselt in hohem Grade. Die kleinsten, welche im menschlichen Magen beobachtet wurden, maßen $^{1}/_{30}$'''; andere $^{1}/_{25}$, $^{1}/_{16}$, $^{1}/_{3}$, $^{3}/_{4}$ bis zu 1'''. Unter pathologischen Verhältnissen werden sie noch weit größer. Sie liegen in den tieferen Schichten des Gewebes der Schleimhäute eingebettet; an Stellen, wo diese Drüschen enthalten, entwickeln sie sich unter diesen, so im Magen unter den Labdrüsen (Fig. 8 oben die Labdrüsen, welche von den linsenförmigen in die Höhe gehoben werden), im Dünndarm unter den Lieberkühn'schen u. s. w. Bei weiterem Wachsthum drängen sie diese allmälig zur Seite und gelangen so an die Oberfläche, wo sie halbkugelige Vorsprünge bilden.

Das Endstadium der Entwicklung der linsenförmigen Drüschen führt zur Zerstörung ihres prominirenden Theils: sie platzen und ergießen ihren Inhalt auf die Oberfläche der sie beherbergenden Schleimhaut. In diesem Zustande zeigen sie eine kraterförmige Oeffnung, welche direct in das Innere des Sackes führt: seltener ist die Oeffnung dreieckig oder schlitzförmig. Zuweilen geht das obere Segment ganz verloren, sie stellen dann weitgeöffnete Grübchen dar.

Fig. 56.

Die lenticulären Drüsen erscheinen im Verdauungscanal unter zwei Formen.

1. Als solitäre Drüschen.

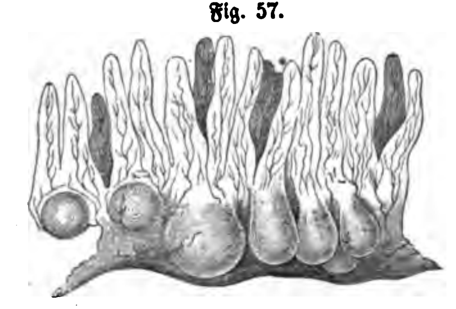
Sie liegen einzeln zerstreut, mitunter auch zu Gruppen von 3, 4 bis 5 in der Weise vereinigt, daß die Contouren an den Berührungsstellen zu fehlen scheinen. Man findet sie am Zahnfleisch als gland. tartaricae, an der Backenschleimhaut, am Gaumensegel, im Oesophagus, besonders im unteren Drittheil desselben, ferner im Magen, im Dünn- und endlich im Dickdarm. Ihr Vorkommen im oberen Theil der Digestionsorgane zeigt wenig Constantes. Im Magen findet man sie bald in großer Anzahl, bald läßt sich nicht eine wahrnehmen. Sie werden hier besonders bei solchen Individuen gefunden, deren Magen längere Zeit im Zustande des chronischen Katarrhs war. Aehnlich verhält es sich mit dem Dünn- und Dickdarm. Hier sind sie, was

bemerkenswerth scheint, bei Kindern in den ersten Lebensjahren fast immer stark entwickelt, während man bei Erwachsenen oft Mühe hat sie aufzufinden [1]).

2. Als agminirte Drüsen, Glandulae agminatae, Peyerianae.

Sie bestehen im Wesentlichen aus den eben beschriebenen Säckchen, welche in dicht gedrängten Haufen vereinigt liegen. In Bezug auf ihre Größe und ihren Inhalt kommen sie vollkommen mit den beschriebenen solitären Drüsen überein. Sie entwickeln sich unter den Lieberkühn'schen Drüsen, drängen sich allmälig gegen die Oberfläche und platzen, nachdem sie eine bestimmte Größe erreicht haben. Ihre Zahl variirt von 10 bis 20 bis 50 und weit darüber.

Fig. 57.



Ueber die Entstehungsweise der eben beschriebenen vergänglichen Secretionsorgane besitzen wir bislang keine genügende Data. Die meiste Wahrscheinlichkeit hat die Ansicht für sich, daß sie aus einfachen Zellen sich entwickeln, welche sich erweitern, indem die structurlose Wand zur Kapsel wird, während im Innern neue Kerne und Zellen entstehen. Der Einwurf, den man sich hierbei machen muß, das kein Zellenkern in der structurlosen Wand der linsenförmigen Drüschen wahrnehmbar ist, scheint mir deßhalb von geringem Gewichte, weil man kaum je die ersten Stadien der Entwicklung dieser Gebilde wahrnimmt, in späteren aber der Kern allmählig sich verlieren kann.

Fig. 58.

Die zweite Gruppe umfaßt die traubigen Drüschen. Sie bestehen aus hohlen mit seitlichen, bald mehr, bald minder vorspringenden Acinis besetzten Läppchen, welche durch einen fasrigen Ausführungsgang nach außen münden. Die Acini, welche nach außen durch eine structurlose Membran begrenzt sind, messen $1/_{70} - 1/_{30}'''$, ihre Form ist im Allgemeinen eine rundliche, beim Druck werden sie meistens schlauchförmig doppelt so lang als breit. Nach Außen sind die Läppchen von dichtem Bindegewebe umhüllt. Die Form der Drüschen ist eine rundliche oder nierenförmige, queeroval. Der Ausführungsgang, welcher unten nicht selten mit seitlichen Läppchen be-

[1]) Unter pathologischen Verhältnissen können die linsenförmigen Drüschen einen sehr ansehnlichen Umfang erreichen, kann ihre Zahl enorm vermehrt werden. Cruveilhier bildet in seiner An. path. livr. XXXIV. pl. II. et III. einen Fall ab, wo der Magen, sowie die dünnen und dicken Gedärme mit unzählbaren, runden, erbsengroßen Kapseln besetzt waren. Dieselben standen so dicht, daß sie sich gegenseitig abplatteten. Sie waren vollkommen geschlossen und enthielten ein schleimiges Contentum, einige auch Blut. In gleicher Weise waren die Peyer'schen Haufen verändert.

Roederer und Wagler (Tract. de morb. mucoso 1783) sahen ein ähnliches Verhalten im Schleimfieber und lieferten davon brauchbare Abbildungen.

setzt erscheint, steigt schief gewunden empor; seine Länge beträgt $\frac{1}{4}$ bis $1'''$, seine Weite $\frac{1}{30}$, $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}'''$. Sehr oft ist er in der Mitte bauchicht bis zu $\frac{1}{4}'''$ erweitert. Die Wandungen des Ganges, welche von Bindegewebe und elastischen Fasern dicht umhüllt sind, lassen sich schwer studiren. Die Hauptmasse derselben besteht aus einer amorphen Grundlage mit langgestreckten Kernen; organische Muskelfasern konnten nur in wenigen Fällen mit einiger Bestimmtheit erkannt werden.

Fig. 59.

Der Inhalt der traubigen Drüschen, welcher auf angewandten Druck durch den Ausführungsgang heraustritt, besteht aus einer zähen, glasartigen Flüssigkeit mit zahlreichen Elementarkörnchen und theils rundlichen, theils ovalen Kernen von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{400}'''$ im Durchmesser. Außerdem sind in ihm blasse Zellen von $\frac{1}{160}$ — $\frac{1}{100}'''$ Größe. Durch Essigsäure wurde der flüssige Theil des Inhalts nicht deutlich coagulirt.

Die traubigen Drüschen liegen größeren Theils im submucösen Gewebe; ihr Vorkommen ist auf die obere Hälfte des Verdauungscanals beschränkt. Sie finden sich auf der innern Fläche der Lippen, der Wangen, auf der Zunge, am Gaumensegel, im Oesophagus, besonders im unteren Drittheil und im Duodenum.

Die dritte Gruppe umfaßt die schlauchförmigen Drüsen. Sie stellen cylinderische, senkrecht in das Gewebe der Schleimhaut eingesenkte Schläuche dar, mit blindem Ende. Wo sie vorkommen, stehen sie mehr oder minder dicht gedrängt.

Sie bestehen aus einer amorphen, glasartigen tunica propria, welche den Inhalt nach außen abgrenzt. Der letztere besteht theils aus Flüssigkeit, theils aus Formelementen: Molekulen, Kernen und Zellen. Von den schlauchförmigen Drüsen unterscheiden wir drei Arten: die Labdrüsen, die Lieberkühn'schen und die Dickdarmdrüsen. Die beiden letzten Arten gehen allmälig in einander über, während die ersten durch die morphologische und chemische Beschaffenheit ihres Inhalts sich streng abgrenzen. Die schlauchförmigen Drüsen constituiren, wo sie vorkommen, fast ganz ausschließlich die Schleimhäute. Wir versparen daher ihre Beschreibung auf diese.

Als Anhang zu den drüsigen Organen der Schleimhäute des Verdauungscanals haben wir noch mit ein paar Worten der Crypten zu erwähnen. Sie stellen einfache Ausbuchtungen der structurlosen die Epithelien tragenden Membran in die Bindegewebsschicht der Schleimhaut dar. Ihre rundliche von concentrisch verlaufenden Bindegewebsfasern umgebene Mündung mißt in der Regel $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{10}'''$, ihre Länge beträgt das doppelte der Breite; unten erweitern sie sich bauchicht.

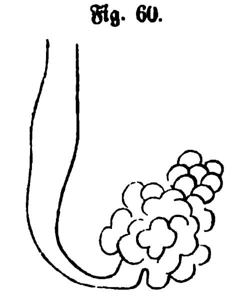
Größere Crypten von $1'''$ Länge und $\frac{1}{2}'''$ Breite sind seltener. Die Höhle ist mit Molekulen, Kernen und rundlichen Zellen ausgefüllt. Wir fanden sie in der Schleimhaut der Wange, am harten und weichen Gaumen im unteren Drittheil des Oesophagus.

Die Schleimhäute des Verdauungstractus.

Die Mund und Rachenhöhle.

Am Rande der Lippen geht die Epidermis der Haut unmittelbar in das Epithelium der Mundschleimhaut über; auch die tieferen Schichten der Cutis bleiben zunächst noch unverändert, Papillen mit Blutgefäßschlingen und Nerven sind hier noch wahrnehmbar, verlieren sich allmälig gegen das Zahnfleisch hin und werden an der Wange durch eine einfache Schicht Bindegewebe vertreten. Am Zahnfleisch selbst sind wiederum ziemlich steile Erhebungen und Senkungen von Bindegewebe, welche an Papillen errinnern, wahrnehmbar, sie sind in derselben Weise am harten Gaumen und am Gaumensegel nachweißlich. Die Oberfläche der Mundschleimhaut ist überall mit geschichtetem Pflasterepithelium überzogen. Als drüsige Organe enthält die innere Auskleidung der Mundhöhle außerdem lenticuläre Drüschen, die in geringer Anzahl am Zahnfleisch, spärlicher noch in der Schleimhaut der Wange und am Gaumensegel vorkommen, hauptsächlich traubige Drüsen. Sie bilden am harten Gaumen, auf der Zungenwurzel und am velum palat. dicht gedrängte Conglomerate, während sie an den Lippen und Wangen zerstreut gefunden werden. Um die Mündungnn der Ausführungsgänge, welche $1/_{15}$ bis $1/_{20}'''$ messen, zeigt sich das Pflasterepithelium radienförmig gestellt.

Fig. 60.



In der Speiseröhre wird die Schleimhant dünner, ist in Längsfalten zusammengelegt und kann leicht abgezogen werden. Ihr Epithelium stimmt mit dem der Mundhöhle überein. Als Secretionsorgan werden besonders im untern Drittheil traubige Drüsen wahrgenommen. Sie liegen zu Längsreihen geordnet im submucösen Bindegewebe und durchsetzen mit ihrem leicht gewundenen Ausführungsgange die Schleimhaut. Sehr oft treten die Ductus excretorii zweier und auch dreier Drüschen zu einem gemeinsamen Ausführungsgang zusammen.

Fig. 61.

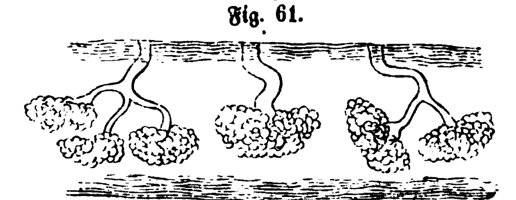
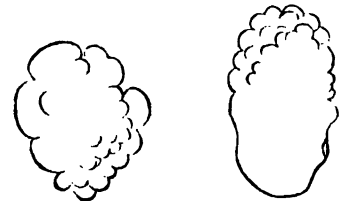


Fig. 62.



Bei älteren Individuen fanden wir in diesen Drüschen eine interessante pathologische Veränderung. Von den Acinis derselben waren einzelne bis zum Zehnfachen ihres Umfangs erweitert, wie es schien, durch Stagnation des Secrets. Solche Drüsen ragten in Form durchscheinender Bläschen über das Niveau der Schleimhaut hervor (Cystenbildung).

Die Magenschleimhaut.

An der Cardia hört mit scharfem, zackigem Rande das Pflasterepithelium auf; der Darmtractus erhält fortan einen Ueberzug von Epithelialcylindern, welche ihn von hier bis zur Ausgangsöffnung bekleidet. Gleichzeitig beginnt die cylindrische Drüsenformation, welche von nun an die bei weitem vorwiegende bleibt.

Die innere Fläche des Magens ist nicht glatt und eben, wie die des Oesophagus, sondern läßt kleine Erhebungen und Senkungen wahrnehmen, welche bald flach, bald mehr zottenartig zugespitzt erscheinen (Fig. 5). Sie haben eine Breite von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{8}'''$ und eine Höhe von $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{15}'''$. In den Vertiefungen, welche durch Kreuzung der Fältchen zum Theil als ringsum geschlossene Grübchen erscheinen, liegen die Mündungen der Labdrüsen. Die Oberfläche der Auskleidung des Magens wird überzogen von einer regelmäßigen Schicht zarter cylinderförmiger Epithelien (Fig. 1 b.). Diese sind im Allgemeinen lang und schmal, ihre Länge beträgt $\frac{1}{100}-\frac{1}{80}-\frac{1}{70}'''$, ihre Breite wechselt $\frac{1}{500}$ zu $\frac{1}{400}'''$. Unten laufen sie zuweilen in eine feine fadenförmige Spitze aus. Um die Mündungen der Drüsen lagert sich das Epithelium radienartig. Von oben betrachtet stellt die Auskleidung des Magens aus diesem Grunde eine zierliche Mosaik dar, welche von runden, ovalen, mitunter auch schlitzförmigen Drüsenöffnungen unterbrochen wird (Fig. 1 a.).

Die Labdrüsen bilden cylindrische Schläuche mit abgerundeten meistens kolbig sich erweiternden Enden, welche senkrecht pallisadenartig mehr oder minder dicht gedrängt neben einander stehen (Fig. 7). Sie erstrecken sich von der Oberfläche bis in die an elastischen Fasern und Gefäßen reiche Zellhaut des Magens. Die Gefäße umstricken das kolbige Ende der Drüsen und senden feine Stämmchen in dem zwischen den einzelnen Schläuchen liegenden Bindegewebe bis zur Oberfläche empor, wo sie unter sich anastomosiren und die Mündungen mit einem ziemlich regelmäßigen Maschennetz umgeben. Die Länge der Labdrüsen beträgt beim erwachsenen Menschen im Mittel $\frac{1}{2}'''$ (0,4 bis 0,6''') ihre Breite $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{40}'''$. Am längsten und breitesten sind die Drüsen der portio pylorica; die Schleimhaut ist hier dicker und reichlicher mit Bindegewebe versehen, als am Blindsacke, wo die Drüsen kürzer und schmäler sind und weniger durch Zwischensubstanz geschieden werden. In der Jugend sind die Labdrüsen in allen Dimensionen kleiner, bei Kindern von 9 Monaten bis 2 Jahren betrug ihre Länge $\frac{1}{4}'''$, ihre Breite $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{70}'''$ [1]).

Die Drüsenschläuche stehen dicht gedrängt, sie kommen überall im Magen vor, jedoch nicht in gleicher Menge. In der Nähe des Pylorus konnten bei einem Kaninchen 94 Drüsen in einem Sehfelde von 0,25''' gezählt werden.

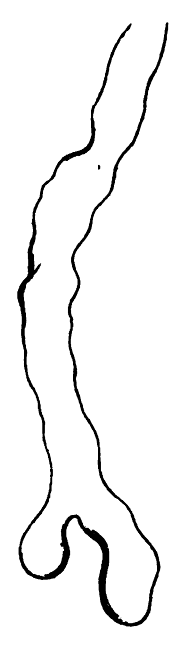
Nicht selten, jedoch keineswegs immer, sind die Labdrüsen gruppenweise 3 bis 4 bis 7 geordnet. Wir sahen diese Gruppirung wiederholt bei Kindern. (Fig. 7. Oberfläche der Magenauskleidung mit gruppenweise geordneten Labdrüsenmündungen; darunter die Seitenansicht der dichtgedrängten Schläuche.)

---

1) Aehnlich ist das Verhältniß bei Thieren. In jungen Kätzchen maß ihre Länge $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}'''$, in ausgewachsenen Katzen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}'''$, ebenso waren bei Kaninchen und Meerschweinchen die Labdrüsen in der Jugend nur halb so groß, als nach vollendetem Wachsthum. Bei einem neugeborenen Schweine betrug die Länge nur $\frac{1}{6}'''$.

Die Form der Drüsen ist, wie erwähnt, eine cylindrische, schlauchförmige; ihre Wandungen zeigen beim Menschen nur leichte Biegungen (Fig. 2a. u. 3a.), bei einigen Thieren, wie namentlich beim Hunde, erscheinen sie wellenförmig. Der Fundus der Drüsen stellt eine leichte sackige Ausbuchtung dar. Niemals wurden von uns unter vielen hunderten von Präparaten fingerförmig getheilte oder traubig verästelte Formen gesehen, wie sie von früheren Beobachtern beschrieben werden. Man kann leicht zu dieser Ansicht verleitet werden, wenn man eine Parthie durch einander gelagerter blinder Enden vor sich hat. Auf Zusatz von Aetzammoniak, welches die Schläuche durchsichtig macht, läßt sich das jedem einzelnen zukommende blinde Ende leicht erkennen. Nur ein paar mal wurde beim Hunde eine dichotomische Theilung gesehen.

Fig. 63.



Die Wandungen der Labdrüsen bestehen aus einer zarten vollkommen amorphen glasartigen membrana propria. Dieselbe besitzt keine Kerne, sondern erscheint überall von gleicher Dicke (Fig. 2a). Durch Fäulniß wird sie leicht zerstört.

In ihrem Innern enthalten die Labdrüsen Formgebilde, welche für den Mechanismus der Secretion von wesentlicher Bedeutung sind und keineswegs eine Epithelialauskleidung der Drüsenschläuche darstellen [1]). Sie bestehen:

1) aus feinkörnigen Molekulen. Rundliche Körnchen von $1/_{1000}$ bis $1/_{800}$''' im Durchmesser, welche bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem weißlich erscheinen. Sie bilden in selteneren Fällen die alleinigen Formbestandtheile des Inhalts, meistens sind gleichzeitig noch andere Elemente vorhanden (Fig. 2a. eine Labdrüse, welche bloß feinkörnige Molekulen enthält. Fig. 2b. der ausgepreßte Inhalt). Sie bestehen größtentheils aus Fett, enthalten jedoch nebenbei noch andere organische Stoffe.

2) Zellenkerne, theils von runder, theils von ovaler Gestalt, $1/_{400}$ bis $1/_{300}$''' messend. Sie tragen ein oder zwei Körperchen und liegen unter den Körnchen zerstreut (Fig. 3a. und b. Labdrüse und Inhalt derselben mit Körnchen und Zellenkernen).

3) Zellen (die Labzellen). Sie sind von rundlicher oder, und zwar meistens, von unregelmäßig eckiger Form: ihre Größe beträgt $1/_{120}$, $1/_{70}$ bis $1/_{60}$''', im Mittel $1/_{100}$'''. Sie besitzen bald eine vollkommen distincte Wandung, bald dagegen läßt sich eine solche nicht wahrnehmen. Der Kern wird im letzteren Falle von den körnigen Zelleninhalt ohne scharfe Begrenzung eingehüllt. Nicht ganz selten sind zwei Kerne vorhanden (Fig. 4c. Labzelle mit distincter Wandung, d mit undeutlicher Contour. e Kern mit Körnchen umhüllt. Daneben eine Zelle mit zwei Kernen). Der Zelleninhalt erscheint niemals vollkommen blaß; immer sind Körnchen vorhanden, welche nicht selten die ganze Zellenhöhle dicht ausfüllen und den Kern verdecken. Die Lab-

[1]) Die Unhaltbarkeit der Ansicht, nach welcher die Drüsenzellen die Bedeutung einer Epithelialdecke haben, läßt sich bei diesen einfachen Secretionsorganen auf's Schlagendste darthun. Die Belege hierfür werden sich weiter unten ergeben.

zellen liegen innerhalb des Drüsenschlauches meistens ohne bestimmte Ordnung (Fig. 4 b.); nur ausnahmsweise findet man sie regelmäßig an den Wandungen geordnet, während in der Mitte ein mit Körnchen gefüllter Raum bleibt (Fig. 4 a.). In die trichterförmige Mündung der Drüschen steigen die Cylinderepithelien eine Strecke hinab, wodurch das Lumen derselben um ein Drittheil und mehr verengt wird (Fig. 6). Bei einem Hunde fanden sich folgende Unterschiede zwischen dem Durchmesser der Drüse und ihrer Mündung:

Durchm. der Drüse.	Durchm. der Mündung.
$^{17}/_{500}$	$^{10}/_{500}$
$^{15}/_{500}$	$^{8}/_{500}$
$^{10}/_{500}$	$^{3}/_{500}$
$^{15}/_{500}$	$^{9}/_{500}$.

Die eben beschriebenen Formgebilde sind in der Regel sämmtlich im Innern der Labdrüsen vorhanden. Man findet unten feinkörnige Molekulen, welche sich weiter nach oben mit Zellenkernen vermischen und endlich vollkommene Zelle mit mehr oder minder deutlicher Wandung. Es sind jedoch auch die Fälle nicht selten, wo die Schläuche in ihrer ganzen Ausdehnung bloß Körnchen oder diese mit Kernen enthalten, die Zellen aber gänzlich fehlen, während dagegen in anderen die Zellen schon im blindsackigen Ende dicht gedrängt liegen (Fig. 2 Labdrüse mit Körnchen, Fig. 3 eine solche mit Kernen, Fig. 4 eine mit vollständig entwickelten Zellen. Alle drei sind aus menschlichen Mägen genommen). Diese verschiedenen Zustände sind abhängig von der mehr oder minder lebhaften Secretionsthätigkeit, bei welcher die Formgebilde eine wesentliche Rolle spielen. Das von den Blutgefäßen gelieferte Material bildet, nachdem es durch die membrana propria getreten ist, zunächst Körnchen und sodann Zellenkerne, welche letztere allmälig von Körnchen umlagert werden und zuletzt eine distincte Zellenwand bekommen [1]). Die vollständig entwickelten Zellen können schon innerhalb des Drüsenschlauchs wieder zerfallen, meistens treten sie als solche auf die Oberfläche der Schleimhaut, sobald durch die Einführung von Nutrimenten die Blutzufuhr gesteigert, die Secretion beschleunigt wird. Die dünnflüssigen Stoffe, welche jetzt durchschwitzen, schwemmen die Labzellen hervor, wobei die gleichzeitig eintretenden Contractionen der Muskelhaut mitwirken. Nach Beendigung der Verdauung findet man daher die Drüsen collabirt, es lassen sich aus ihnen nur sparsame Körnchen herausdrücken, Kerne und Zellen fehlen meistens gänzlich [2]). Im nüchternen Zustande bilden sich die Formelementen allmälig wieder vollständig aus, die Schläuche füllen sich mit Zellen, die bei langer Abstinenz zuletzt wieder zerfallen können.

Bei Thieren, denen lange Zeit das Futter entzogen wurde, so wie bei Menschen, die an Typhus und anderen mit fortgesetzter Enthaltsamkeit verbundenen Krankheiten gestorben waren, fanden wir meistens sehr entwickelte Labzellen, zuweilen auch bereits wiederum zu Körnchen zerfallene. Beim Beginn des Verdauungsactes treten die Labzellen in großer Menge hervor; sie bilden jetzt ein liniendickes Stratum, welches bald die Magenwand beklei-

---

[1]) Die Zellenbildung durch Umlagerung wurde hier von uns sehr oft auf das Bestimmteste in allen Stadien beobachtet. Es soll jedoch damit nicht behauptet werden, daß die primäre Entwicklung der Zellenwand hier nicht vorkomme, sondern nur, daß sie von uns nicht gesehen wurde.

[2]) Zur Nachweisung dieser Thatsache eignen sich am besten die Vormägen der Vögel, wie der Gans.

det, bald dagegen die Contenta als weiße Membran umgiebt [1]). Das letztere ist besonders dann der Fall, wenn die Nahrung trocken ist, wie bei den Pflanzenfressern. Im Innern des Magens zerfallen die Labzellen nach und nach zu Molekulen und bilden auf diese Weise während des Verdauungsactes eine stetige Quelle neuen Ferments (vergl. über das Nähere das Capitel über den Magensaft).

Die Labdrüsen haben bei allen höheren Thieren im Wesentlichen denselben Bau und enthalten dieselben Formelemente. Auch die sackigen Drüsen im Vormagen der Vögel bestehen aus zusammengedrängten Schläuchen. Bei den Fischen fanden wir Magendrüsen, welche ganz mit denen den Säugethiere überein kommen.

Außer den Labdrüsen findet man im Magen des Menschen, jedoch keinesweg's constant, lenticuläre Drüschen. Sie fehlen oft gänzlich, in anderen Fällen zeigen sie sich einzeln zerstreut; in großer Menge werden sie nur unter pathologischen Verhältnissen, wie beim chronischen Katarrh des Magens gesehen.

Traubenförmige Drüsen, welche mehre Beobachter in der Nähe des Pylorus und an der kleinen Curvatur gesehen haben wollen, wurden von uns, obgleich wir gegen 80 bis 90 Magen von Menschen und Thieren durchmusterten, niemals mit genügender Sicherheit gesehen. Ein Paar Mal glaubten wir solche wahrzunehmen, indessen entschiedene Ansichten ließen sich nicht darstellen. Als constituirende Bestandtheile der Magenschleimhaut können wir sie hiernach nicht betrachten. Zur Erklärung der Schleimsecretion im Magen ist ihre Gegenwart auch nicht nöthig; wir werden dafür später in der Auflösung der Epithelien und der Wandungen der Labzellen eine Quelle nachweisen.

Unter pathologischen Verhältnissen erleidet die Magenschleimhaut Veränderungen, welche bislang nur oberflächliche Berücksichtigung fanden und für die Aufklärung der gestörten Function keine Anhaltspunkte lieferten. Die Ergebnisse unserer Beobachtungen können wir hier nur mit wenig Worten andeuten.

Beim acuten Magenkatarrh (wenn wir den Namen Katarrh für eine Membran beibehalten wollen, welche ein gleichmäßiges Lager eigenthümlicher Drüsen darstellt) lassen die Labdrüsen keine wesentlichen Formenveränderungen wahrnehmen; ihr Inhalt zeigt die normalen Elemente, nur die Cylinderepithelien der Oberfläche fehlen stellenweise. Auch beim chronischen Katarrh, wie er bei Säufern ꝛc. besonders im Pylorustheil vorgefunden wird, zeigen die Labdrüsen und ihr Inhalt keine Texturveränderungen; lenticuläre Drüschen sind hier oft in großer Menge vorhanden; das submucöse Gewebe und die Muskelhaut erscheinen meistens hypertropisch. Die warzige Oberfläche, die surface mamellonée, welche die Auskleidung des Magens beim chronischen Katarrh so häufig darbietet, ist in der Regel die Folge rundlicher Fettanhäufungen im submucösen Gewebe, durch welche die Labdrüschen stellenweise gehoben werden. Oft sind auch dichtgedrängte linsenförmige Drüsen die Veranlassung zu diesem Aussehn.

---

[1]) Man hat diese Schicht bis jetzt als Schleim beschrieben und ihre Beziehung zur Digestion gänzlich verkannt. Die Labzellen wurden für Pflasterepithelien genommen. Valentin (S. dieses Handwörterbuch, Artikel Gewebe) schreibt daher dem Magen Pflasterepithelien zu; ebenso Pappenheim (Verdauung S. 19). Henle (Allg. Anat. 240) schrieb früher bloß dem Anfang und Endtheil des Magens Cylinderepithelien zu, später mit Waßmann dem ganzen Magen.

Die eisengraue Färbung, welche ebenfalls eine häufige Begleiterin des chronischen Katarrhs ist, wird veranlaßt durch feine, unregelmäßig runde Pigmentmolekule von $1/_{500}$ bis $1/_{1000}$ bis $1/_{1200}$''', die gruppenweise unter den Cylinderepithelien gelagert sind.

Die gastritis folliculosa Cruveilhier's und ein Theil der hämorrhagischen Erosionen Rokitansky's sind geöffnete und mit Blutextravasaten gefüllte linsenförmige Drüsen. Durch intensive Reizungen der Schleimhaut kann sich Blut auch in die Höhle der Labdrüsen ergießen und diese zum Theil ausfüllen. Wir sahen diesen Zufall bei einem Hunde, dem eine große Menge Spiritus von 0,83 eingeflößt waren. Endlich mag hier noch eine wahre Atrophie der Labdrüsen erwähnt werden. Bei einer 72jährigen Frau, welche lange Zeit an gestörter Magenverdauung litt, erschien die Schleimhaut sehr dünn, die Labdrüsen fanden sich äußerst sparsam, stellenweise gar keine: ihre Länge betrug nur die Hälfte der normalen Länge, nämlich nur $1/_4$'''.

Fig. 64.

Dünndarm.

Schon auf der Pförtnerklappe nimmt die innere Auskleidung des Darmcanals einen von dem bisherigen abweichenden Charakter an, der beim weiteren Hinabsteigen immer deutlicher sich ausspricht. Statt der wellenförmigen Hebungen und Senkungen erscheinen jetzt die Zotten, welche im Anfange des Zwölffingerdarms noch breit und niedrig sind, allmälig aber höher werden, eine pyramidale Form annehmen, und endlich eine schlanke cylindrische oder zungenförmige Gestalt bekommen. Ausnahmsweise sind sie gabelig getheilt oder an ihrer Spitze eingekerbt.

Die Grundlage des Gewebes der Zotten wird von einer blassen mit schmalen langgestreckten Kernen versehenen, unbestimmt faserigen Masse gebildet (Fig. 11). Nach außen trägt dieselbe einen regelmäßigen Ueberzug von Cylinderepithelien, welcher sich leicht handschuhartig abstreifen läßt. Die einzelnen Cylinder haben eine Länge von $1/_{130}$ bis $1/_{110}$''', ihre Breite am stumpfen Ende mißt $1/_{500}$ bis $1/_{400}$''' (Fig. 10 a und b). Im Innern der Zotten finden zwei Gefäßsysteme, Blut- und Lymphgefäße, sich vertreten. Die Blutgefäße liegen am weitesten nach außen. Dicht unter dem Epithelialüberzuge liegt an jeder Seite der Zotte ein feines Stämmchen, welches durch ein intermediäres Netz mit dem gegenüberliegenden communicirt (Fig. 10 a). Nicht selten sieht man einen verwickelteren Gefäßapparat; namentlich bei den Vögeln nahmen wir oft mehrere Stämmchen von gleicher Dicke wahr, welche sich vielfältig verästelten und ein dichtes Strickwerk bildeten.

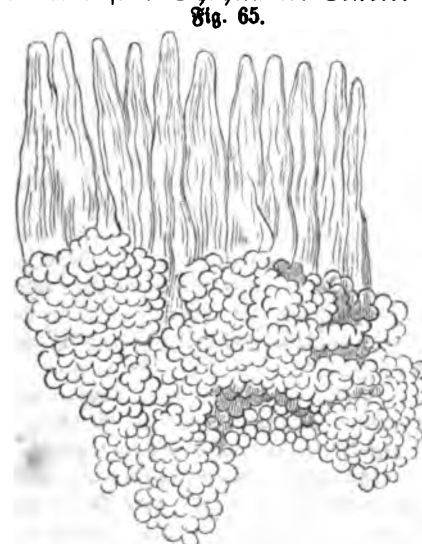
Die Chylusgefäße liegen in der Achse der Zotte und beginnen sehr oft mit einer kolbigen Anschwellung (Fig. 11), in andern Fällen mit einfach abgestumpftem Ende. Die Weite der Chylusgefäße betrug im Mittel $1/_{120}$, die des kolbigen Endes $1/_{75}$. Feine peripherische Verästelungen, aus welchem Krause die Chylusgefäße entspringen sah, haben wir niemals beobachtet, obgleich wir bei der Untersuchung der Lieberkühn'schen und Peyer'schen Drüsen eine sehr große Anzahl von Zotten im gefüllten und nicht gefüllten Zustande, bei verschiedenen Thieren vor Augen hatten. Die Länge der Zotten, sowie ihre

Breite wechseln im hohen Grade. Die cylinderischen und zungenförmigen Villi des Jejunums und Ileums messen $1/4$ bis $1/3$, ausnahmsweise bis $1/2'''$; ihre Breite beträgt $1/15$ bis $1/10'''$. Bei jungen Individuen scheinen sie im Allgemeinen breiter und kürzer, in spätern Lebensaltern schmäler und länger zu sein. Es ist indessen schwierig hierüber bestimmte Maaße anzugeben, weil die Zotten desselben Individuums sehr wechselnde Größenverhältnisse zeigen [1]).

Drüsige Organe des Dünndarms.

Im Duodeno begegnen wir zunächst den sogenannten Brunner'schen Drüsen, Träubchen von $1/10$, $1/4$ bis $1/2$ selten von $1'''$ Größe [2]), welche in dichten Convoluten beisammenstehen und dadurch dem bloßen Auge wahrnehmbar werden. Sie haben eine runde oder nierenförmige Gestalt und liegen theils in den tieferen Schichten des Gewebes der Schleimhaut, theils im submucosen Stratum. Ihre Acini haben eine kugelrunde Begrenzung und sind von sehr verschiedener Größe. Die kleineren messen $1/40$, $1/35$ bis $1/25'''$, die größeren dagegen $1/16'''$. Schlauchförmige Acini, wie sie in den traubigen Drüsen der Mundhöhle und der Speiseröhre vorkommen, wurden hier nicht gesehen. Die structurlose, zarte membrana propria wird nach außen dicht von gefäßreichem Bindegewebe eingehüllt. Der Inhalt der Drüschen besteht aus einem zähen, alkalisch reagirenden Fluidum mit feinen Molekulen und länglichen, $1/400$ bis $1/300'''$ großen Kernen. In seltneren Fällen sind blasse, leicht granulirte rundliche Zellen von $1/250$ bis $1/120'''$ Dm. vorhanden. Die letzteren überziehen mitunter die structurlose Wand der Acini in Form einer regelmäßigen Schicht. Die Ausführungsgänge steigen leicht gewunden in die Höhe, und münden zwischen den Zotten.

Fig. 65.



Lieberkühn'sche Drüsen.

An der Basis der Zotten liegen die Mündungen der schlauchförmigen nach Lieberkühn benannten Drüschen. Die Oeffnungen stehen so dicht gedrängt neben einander, daß sie an manchen Stellen sich gegenseitig polyedrisch abplatten, an andern treten sie mehr auseinander, und sind durch schmale

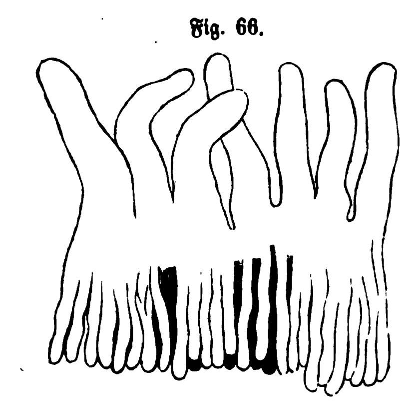
---

1) Die Zahl der Zotten ist sehr beträchtlich. Krause zählte auf einer Quadratlinie Schleimhaut vom Duodenum und Jejunum 50 bis 90, vom Ileum 40 bis 70 Zotten. Der ganze Dünndarm enthält hierdurch gegen 4 Millionen Zotten.

2) Die Messung der Brunner'schen Drüsen ist schwer, weil sie so dicht gedrängt liegen, daß sie sich nur schwierig isoliren lassen.

Bindegewebstreifen getrennt (Fig. 13 a. Die Mündungen der Lieberkühn'schen Drüsen sind größtentheils mit Epithelien ausgekleidet; aus einer sind sie entfernt, man sieht hier die Bindegewebsstreifen). Die Mündungen werden mit kurzen, fast dreieckigen Epithelien, welche radienförmig geordnet sind, ausgekleidet. Die Lumina selbst erscheinen bald rund, bald oval, bald schlitzförmig. Der Durchmesser der Drüsen beträgt $1/_{40}$ bis $1/_{30}'''$, weiter unten im Ileum werden sie breiter, $1/_{25}'''$; die Oeffnung mißt $1/_{100}$ bis $1/_{70}'''$. Ihre Länge beträgt $1/_{6}$ bis $1/_{5}'''$. Die Form der Schläuche ist im Allgemeinen die cylindrische, unten sind sie leicht kolbig angeschwollen. Die membr. propria kann bei gefüllten Drüsen am besten durch Zusatz von Aetzammoniak wahrnehmbar gemacht werden; hie und da tritt sie auch schon ohne dieses in die Augen (Fig. 13 b). Der Inhalt besteht aus einer zähen Flüssigkeit, mit feinen Molekulen und Kernen von $1/_{300}$ bis $1/_{250}'''$, selten sind rundliche Zellen von $1/_{125}'''$ (Fig 13 c). Zuweilen lagern diese Formgebilde nur an den Wandungen der Drüse, während die Mitte von ihnen frei bleibt. Nach unten gehen die Lieberkühn'schen Schläuche, indem sie allmälig dicker und länger werden, in die Dickdarmdrüsen über.

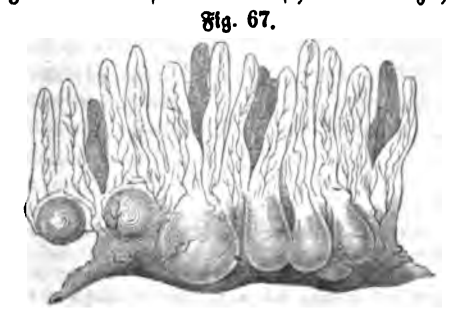
Fig. 66.



Außer diesen Secretionsorganen findet man zerstreut über den Dünndarm die sogenannten solitären Drüsen, gland. solitariae. Dies sind lenticuläre Kapseln von verschiedener Größe $1/_{10}$, $1/_{4}$, $1/_{2}$ bis $1'''$. Ihre Menge wechselt in hohem Grade; nicht selten wurden gar keine gesehen, während in andern Fällen der Dünndarm dicht damit besäet ist. Das Letztere geschieht besonders beim chronischen Katarrh der Darmschleimhaut, wo ihre Größe die einer Erbse erreichen kann. Bei Kindern werden sie selten vermißt. Man findet die Säcke bald vollkommen geschlossen, bald mit kraterförmiger oder dreieckiger Oeffnung versehen.

Die Peyer'schen Haufen, gland. Peyerianae oder agminatae, bestehen im Wesentlichen aus denselben Elementen wie die solitären Drüsen; es sind Conglomerate derselben in verschiedener Anzahl. Wir sahen kleine Placques von 3, 5 bis 7, andere von 10, 20, 25, größere von 50 Kapseln und darüber. Sie wurden meistens geschlossen gefunden, seltener geöffnet, mitunter war ein Theil der Kapseln offen, während ein anderer noch geschlossen war. Die Oeffnungen erschienen unregelmäßig rundlich, sie maßen $1/_{20}$, $1/_{14}$ bis $1/_{10}$. Die Peyer'schen Haufen sind von Lieberkühn'schen Drüsen und Zotten

Fig. 67.



dicht bedeckt. Treten bei weiterer Entwicklung die einzelnen Kapseln stärker hervor, so stellen sich die Lieberkühn'schen Drüschen kreisförmig um den Rand desselben [1]).

Der Inhalt besteht aus den früher erwähnten Molekulen, Kernen und Zellen.

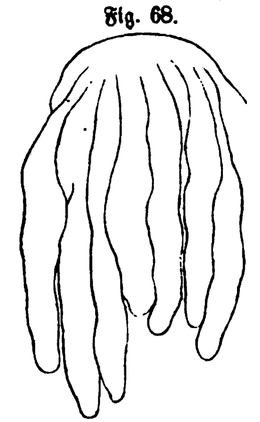
Die Entwicklung der Peyer'schen Drüsen bietet ähnliche Verschiedenheiten, wie die der solitären. Sie waren, wie diese, oft deutlich vorspringend und groß, in andern Fällen dagegen kaum wahrnehmbar. Beim Kaninchen wurden wiederholt zwei Reihen von Kapseln über einander lagernd gesehen.

Räthselhaft ist die Beziehung dieser Organe zu acuten Alterationen der Blutmischung. Bei exanthematischen Krankheiten sind sie constant stark entwickelt. Beim Abdominaltyphus erleiden die eigentlichen Kapseln keine wesentlichen Veränderungen. Ueber ihnen findet man dagegen eine feine körnige Materie nicht selten in großer Menge abgelagert. Die Oeffnungen der Peyer'schen Kapseln sind, wenn dieselben früher sehr stark sich entwickelt hatten, nicht selten $1/2$ bis $1'''$ weit; die Oberfläche der Placques hat dann ein grubiges Aussehn, Placques à surface reticulée, eine Erscheinung, die man irriger Weise als Resorption der typhösen Materie erklärt hat.

Die Schleimhaut der dicken Gedärme nimmt, von der Valvula coli ab, sofort einen von dem bisherigen abweichenden Charakter an. Die Zotten hören schon auf dem Coecaltheil der Klappe auf, die Oberfläche wird glatt, eben und faltig.

Die schlauchförmigen Drüsen, welche hier vorkommen, unterscheiden sich von den Lieberkühn'schen nur durch ihren Umfang. Sie stehen wie diese senkrecht pallisadenartig neben einander im Gewebe der Schleimhaut eingebettet, und sind an ihrer Mündung mit radienartig gestellten Epithelialcylindern ausgekleidet (Fig. 12 a). Im Blinddarm findet man die Schläuche nicht sehr gedrängt, sie messen hier gegen $1/25'''$ in der Breite, und $1/4'''$ in der Länge [2]). Weiterhin im Colon und Rectum nehmen die Drüsen noch etwas an Umfang zu, erreichen die Dicke von $1/20$ bis $1/15'''$ und eine Länge von $1/3'''$. Die Oeffnungen erscheinen bald rund, bald länglich verzogen, und messen gegen $1/50'''$.

Fig. 68.



Die Form der Dickdarmdrüsen ist die cylindrische, unten leicht ausgebuchtete (Fig. 12 b). Ihr Inhalt, welcher sich wurstförmig auspressen läßt, besteht aus einem zähen Fluidum, in welchem bald hauptsächlich Elementarkörnchen, bald gleichzeitig auch zahlreiche Kerne von $1/300$ bis $1/200'''$ seltner auch Zellen liegen. Die letzteren sind entweder rundlich und blaß, $1/200$ bis $1/150'''$ messend, oder länglich, granulirt

[1]) Wir sahen dies besonders deutlich bei der Maus.

[2]) Man hat die Blinddarmdrüsen wiederholt in naher Beziehung zu den Labdrüsen gebracht. Sie haben mit diesen keine größere Aehnlichkeit, als die Drüsen des Colons und Rectums. Ihr Inhalt kommt weder morphologisch, noch chemisch mit dem der Magendrüsen überein; er reagirt stark alkalisch und verhält sich ganz wie der Schleim des Dickdarms.

und größer ($^1/_{120}$ bis $^1/_{100}$'''). Der Kern ist oft wandständig (Fig. 12 c. Inhalt der Dickdarmdrüsen).

Die membr. propria dieser Drüsenschläuche ist im angefüllten Zustande schwer zu unterscheiden; bei längerem Liegen in Wasser oder Essigsäure wird der zähe Inhalt durch eindringende Flüssigkeit von der Wand abgehoben und die letztere tritt jetzt als klare durchsichtige Haut deutlich hervor.

Die solitären Drüsen des Dickdarms entsprechen in jeder Beziehung denen der dünnen Gedärme.

Von den Verdauungsflüssigkeiten und deren Einwirkung auf die Ingesta im Allgemeinen.

Die Nahrungsmittel werden, nachdem sie durch den Kauapparat zerkleinert sind, während ihres Durchgangs durch den Verdauungscanal der Einwirkung von Flüssigkeiten ausgesetzt, welche eine lösende, meistens gleichzeitig eine umsetzende Wirkung auf dieselben ausüben. Diese verschiedenen Agentien treten der Reihe nach in Thätigkeit, so daß die ersteren den letzteren gewissermaßen vorarbeiten, die Ingesta aufschließen, für den Einfluß der folgenden zugängiger machen. Auf diese Weise kann durch Anwendung verhältnißmäßig schwacher Lösungsmittel (scharfe Substanzen gestattet selbstverständlich die zarte Textur des Darmschlauchs nicht) eine vollständige Verarbeitung erreicht werden. Die Wirksamkeit der Verdauungsflüssigkeiten äußert sich in mehrfacher Weise. Das erste hier in Betracht kommende, wenn auch untergeordnete, Moment ist die Concentration. Alle sind verhältnißmäßig reich an Wasser, sie sind sämmtlich weniger concentrirt, als das Blutplasma [1]), wirken daher zunächst durch ihren Wassergehalt einfach verdünnend zur Herstellung von Lösungen, welche nach den Gesetzen der Diffusion in die Blutmasse übergehen können.

2. Viel wichtiger und folgenreicher für das Digestionsgeschäft ist die Wirksamkeit der Verdauungsfermente, denen die in den Intestinaltractus sich ergießenden Secrete ihre metamorphosirende, umwandelnde Kraft verdanken. Speichel, Magensaft, pankreatische Flüssigkeit, Galle und Darmsaft enthalten sämmtliche Bestandtheile, welche in Umsetzung begriffen sind und die Bewegung ihrer Elemente auf die Ingesta übertragen, mit denen sie in Berührung kommen. Unter ihrem Einflusse entstehen aus den Ingestis Producte, wie sie größerentheils durch bloße chemische Affinität nicht hervorgebracht werden können. — Die Wirkungsweise der Verdauungsfermente kommt, wie wir später im Detail nachweisen werden, in allen Beziehungen mit derjenigen überein, welche außerhalb des Organismus im größern Maßstabe an den verschiedenen Fermentkörpern verfolgen können. Sie hängt hier, wie dort, theils von der Zusammensetzung der Fermentstoffe, theils dagegen von der Art der Umsetzung ihrer Elemente ab. Was zunächst die erstere betrifft, so können zwar zur Erreichung gewisser Umwandlungen alle stickstoff- und schwefelhaltigen Substanzen dienen, wenn sie in spontane Zersetzung übergehen. Das Amylum wird nicht allein durch Speichel und pankreatischen Saft, sondern auch, wenn gleich viel langsamer, durch faulendes Eiweiß, Leim, Nierenparenchym, Nasenschleim, Hirnsubstanz, Leber ꝛc. ꝛc. in Zucker verwandelt. Allein für die

[1]) Speichel enthält über 99 Proc. Wasser, der Magensaft 98 bis 99, der pankreatische Saft 98, der Darmsaft 97, die Galle 90 bis 86 Proc.

Umsetzung mancher anderer Stoffe bedarf es bestimmter Fermente, welche nicht durch andere vertreten werden können. Die geronnenen eiweißartigen Körper werden nur durch das Ferment des Magensaftes umgesetzt, nicht aber durch das des Speichels, der Galle, des pankreatischen Saftes, des Darmschleims, auch dann nicht, wenn sie angesäuert werden [1]). In ganz analoger Art kann nur die Synaptase der Mandeln das Amygdalin in wenig Minuten zu Blausäure, Zucker und Benzoylwasserstoff, das Salicin zu Zucker und Saligenin umwandeln, während sie auf Amylum und Zucker nicht den geringsten Einfluß übt [2]).

Ebenso wichtig wie die Zusammensetzung der Fermente ist für ihre Wirkungsweise die Art der Umsetzung, welche ihre Elemente erleiden. Ein und derselbe Stoff kann je nach dem Zustande, in welchem er sich befindet, verschiedene Wirkungen äußern. Wir sehen täglich, wie dieselbe Substanz zunächst Amylum in Zucker überführt, sodann diese Eigenschaft verliert und den Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt, hierauf auch dieses Vermögen einbüßt, um Milchsäureferment zu werden, bis sie endlich in einfachere Verbindungen zerfällt, welche keiner weiteren Metamorphose mehr fähig sind. Bierhefe, welche mit Leichtigkeit die Alkoholgährung einleitet, verliert diese Eigenschaft, sobald sie vollständig zerrieben wird, sie vermittelt jetzt die schleimige Gährung. Wir werden bei den Abnormitäten der Digestion Zustände kennen lernen, wo die Umsetzung der Kohlehydrate sehr rasch zur schleimigen Gährung und sodann zur Buttersäurebildung führt; andere, wo der Zuckerbildung aus Amylum Alkohol- und Essiggährung, verbunden mit der Entwicklung einer enormen Menge von Hefepilzen, sich anreiht u. s. w. Alle diese Zustände erklären sich nur auf die eben angedeutete Weise, deren weitere Verfolgung auf die Pathologie der Verdauung und auf viele Störungen der Ernährung ein neues Licht zu werfen verspricht [3]). Zur Hervorbringung der Fermentwirkungen sind verhältnißmäßig geringe Mengen in Zersetzung begriffener Materien ausreichend. Ihre Wirkung ist eine unbegrenzte, wo während der Umsetzung eine Reproduction stattfindet, wie bei der Gährung des Traubensaftes Ist dies nicht der Fall, so vermag eine bestimmte Menge Ferments auch nur bestimmte Massen zu bewältigen, worauf ihre Wirksamkeit erlischt. Bei der Verdauung im Magen, sowie bei der künstlichen Digestion, wird kein Ferment reproducirt, zur Auflösung einer bestimmten Quantität Eiweiß ist daher eine bestimmte Menge Magensafts erforderlich; ein Ueberschuß bleibt unverändert und wird erst dann metamorphosirt, wenn wir von neuem Labsubstanz zusetzen (Vergl. Magensaft).

---

[1]) Es ist ein Irrthum, wenn Cl. Bernard und Bareswil in ihren Recherches expériment. sur les phenomènes chimiques de la digestion Compt. rend. T. XXI. 1846 behaupten: »Le suc gastrique, le fluide pancreatique et la salive renferment un même principe organique, actif dans la digestion: mais c'est seulement la nature de la réaction chimique qui fait differer le rôle physiologique de chacun de ces liquides et qui determine leur aptitude digestive pour tel ou tel principe alimentaire.« Alle meine Versuche, deren Zahl groß genug ist, um mir den französischen Forschern gegenüber einen bestimmten Ausspruch zu gestatten, sprechen gegen diese Identität, welche nur geeignet ist, die Verwirrung früherer Zeit von neuem in die Lehre von der Verdauung einzuführen

[2]) Im Magen und Darmcanal der Hunde, und nach Buchner's Erfahrungen auch des Menschen, geht das Amygdalin nicht jene gefährliche Metamorphose ein. Hunde erhielten von uns sehr große Gaben dieser Substanz (2—4 Grm.), ohne vergiftet zu werden.

[3]) Wie wenig Ausbeute die pathologische Histologie des Magens und Darmcanals für diesen Zweck liefert, haben wir bereits oben gesehen.

Alle Substanzen, welche die Umsetzung organischer Verbindungen verzögern oder aufheben, wie Creosot, Quecksilbersalze, starke Mineralsäuren, Arsenik, Alkohol hemmen die Wirkung der Verdauungsfermente. Im Magen und Darmcanal stören sie die Digestion, so lange, bis sie entweder resorbirt werden oder mit organischen Stoffen unlösliche Verbindungen eingehen. Wir werden später sehen, daß nicht alle Secrete der Digestionsorgane gleich empfindlich gegen den Einfluß jener Agentien sind; daß z. B. die Wirksamkeit des Speichels sich unverändert erhält, unter Umständen, welche den Magensaft seiner verdauenden Kraft gänzlich berauben.

Der Umstand, daß die Bewegung der Elemente den wesentlichen Charakter aller Fermentkörper ausmacht, erschwert die Feststellung ihrer chemischen Constitution in hohem Grade. Sich stetig metamorphosirend, entgehen sie proteusartig allen Versuchen sie genauer zu fixiren. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn wir von der chemischen Constitution des sogenannten Speichelstoffs, des Pepsins u. s. w. nichts wissen, um so weniger, als dasselbe von der Diastase, der Synaptase und den analogen Materien gilt, die uns in beliebiger Quantität zu Gebote stehen. Die Lehre von der Verdauung würde indeß, auch wenn diese Lücke ausgefüllt werden könnte, wenig an Klarheit gewinnen, weil das Wesentliche an diesen Substanzen, wodurch sie sich bei der Verdauungsarbeit betheiligen, die Bewegung ihrer Elemente doch nur aus den Wirkungen, welche sie auf Materien üben, mit denen sie in Contact kommen, erkannt werden kann. Diese letzteren lassen sich, wie die Chemie der verschiedenen Gährungsprocesse beweist, genau studiren, ohne daß wir die chemische Constitution ihrer Erreger kennen.

3. Neben den Fermenten, deren Wirkung modificirend ist, wirken bei der Digestion die freie Säure und das Alkali der Verdauungssäfte. Durch sie treten gleichzeitig die Affinitätsgesetze in Thätigkeit. Die freie Säure des Magensaftes ist an und für sich ein kräftiges Lösungsmittel, durch welches allein eine nicht geringe Anzahl von Substanzen zur Aufnahme ins Gefäßsystem geschickt gemacht wird. Man hat indeß, wie wir später sehen werden, ihre Bedeutung hie und da überschätzt.

Von besonderem Interesse werden Alkali und Säure durch den Einfluß, welchen sie auf die Fermentkörper üben. Der Magensaft äußert nur bei Gegenwart freier Säure seine eigenthümliche Kraft: das Alkali wirkt dadurch bestimmend auf die Umsetzungsproducte, als sie die Metamorphose der Kohlehydrate zu Milchsäure u. s. w. beschleunigt.

4. Von geringerem Einflusse auf die Lösung der Ingesta sind die Salze. Die Chlormetalle und die phosphorsauren Alkalien begünstigen die Auflösung der eiweißartigen Verbindungen. Sie sind ferner im Stande, gewisse Mengen von phosphorsaurer Kalk- und Talkerde zu lösen und zum Uebergange ins Blut geeignet zu machen [1]).

Begünstigende Einflüsse.

Wie überall das Auftreten und das energische Vorsichgehen der Um-

[1]) Die pyrophosphorsauren Alkalien lösen phosphorsaure Kalk- und Bittererde, sowie phosphorsaures Eisenoxyd in nicht unbeträchtlicher Menge, indem sie mit ihnen lösliche Doppelsalze bilden. (Graham, H. Rose und Enderlin in Ann. der Chemie und Pharm. Sept. 1848). Nach Lassaigne löst 1 Litre Salzwasser mit $^1/_{12}$ Kochsalz bei gewöhnlicher Temperatur $6^3/_5$ Grm. Erdphosphate. (Archiv. génér. de Méd. Octob. 1848.)

setzungsprocesse, welche durch Uebertragung chemischer Thätigkeiten vermittelt werden, als nothwendige Postulate bestimmte Bedingungen voraussetzt, so auch hier. Die erste derselben ist eine Temperatur von 35 bis 40° C. Absolut nothwendig ist dieselbe zwar nicht, wie die Verdauung der kaltblütigen Thiere beweist. Sinken der Temperatur um einige Grade bewirkt jedoch schon eine bemerkliche Verlangsamung der Auflösungsprocesse.

2. Feuchtigkeit. Sie ist unerläßlich und wird theils direct von außen eingeführt, theils von den Secretionsorganen geliefert.

3. Die Bewegung. Die Muskelcontractionen des Magens und Darmcanals bilden ein sehr wesentliches Moment für die Vollendung der digestiven Vorgänge. Sie befördern dieselben, indem sie die innige Berührung der Ingesta mit den lösenden Agentien bewirken und die Angriffspunkte der letzteren vermehren. Die Störungen der Verdauung nach Durchschneidung der N. vagi erklären sich zum Theil aus der Verlangsamung der peristaltischen Bewegungen des Magens.

4. Endlich trägt zur Beschleunigung und regelrechten Ausführung der Digestionsprocesse die Entfernung des Gelösten durch Venen und Lymphgefäße wesentlich bei. Das Unverarbeitete wird auf diese Weise der Einwirkung der Secrete immer von Neuem zugängig, der Proceß kann fortwährend mit derselben Energie von Statten gehen, wie zu Anfang. Die rasche Aufsaugung des Gelösten verhindert ferner, daß die Umsetzungen bestimmte Grenzen überschreiten, was bei Störungen dieses Vorgangs, welche bei Katarrh der Schleimhäute, bei entzündlicher oder mechanischer Stase u. w. s. vorkommen, leicht geschieht. Der Zucker aus dem Amylum, welcher in der Norm als solcher aufgenommen, geht unter diesen Bedingungen eine weitere Metamorphose ein, er wird zu Milchsäure u. s. w. Abnorme Säurebildungen gesellen sich daher gern zu den erwähnten Zuständen.

Von den Verdauungsflüssigkeiten im Einzelnen.

1. Vom Speichel und seiner verdauenden Kraft.

Die Absonderung der Mundflüssigkeit insbesondere, so weit dieselbe durch die Speicheldrüsen vermittelt wird, geht stetig[1]), jedoch im nüchternen Zustande nur schwach von Statten, sie steigert sich dagegen beträchtlich, sobald die Digestionsorgane in Anspruch genommen werden. Alle Reize, welche die Mundschleimhaut treffen, seien sie chemischer oder mechanischer Art, vermögen die Speichelabsonderung zu bethätigen. Das Kauen trockener oder feuchter Substanzen, die Application scharfer, die Schleimhaut irritirender Dinge, Kitzeln des Gaumens vermitteln auf dem Wege der Reflexaction profusen Erguß von Speichel. Nach längerem Fasten ist schon der Geruch, der Anblick, oder auch nur die Vorstellung angenehmer Speise ausreichend, die Absonderung

[1]) Cl. Bernard (Archiv. génér. de médicine. Janvier 1847) ist der Meinung, daß im nüchternen Zustande, sowie beim Trinken, ja sogar beim Kauen feuchter Speisen kein Speichel secernirt werde. Die fortwährend in gewissen Intervallen erfolgenden Schlingbewegungen, welche jeder Mensch macht, um kleine Quantitäten angesammelten Speichels zu entfernen, sowie der beständige Abfluß des Speichels bei Paralyse der Gesichtsmuskeln beweisen indeß zur Genüge die Stetigkeit der Secretion.

ansehnlich zu steigern. C. G. Mitscherlich (Poggendorf's Ann. Bd. XXVII), welcher an einer Fistel des Duct. Stenonianus seine Beobachtungen anstellen konnte, sah auch beim Sprechen und Husten ein stärkeres Abfließen dieses Secrets. Es bleibt hier jedoch zweifelhaft, ob durch die Bewegung der Kinnlade bloß die Austreibung des Speichels aus den Drüsengängen befördert oder die Absonderung selbst beschleunigt werde.

Von größerem Interesse ist die Beziehung, in welcher die Speichelsecretion zur Magenthätigkeit steht. Zwischen beiden besteht ein inniger Connex. Reizmittel, welche die Magenschleimheit treffen, vermehren in ähnlicher Weise die Speichelabsonderung, wie die Irritationen der Mundschleimhaut. Bringt man einem Hunde Speisen durch eine Fistelöffnung in den Magen, so sondert sich der Speichel auf der Stelle profuser ab[1]). Führte ich statt der Speise Kochsalz in fein gepulvertem Zustande ein, so floß dem Thiere der Speichel in großer Menge aus dem Munde.

In ähnlicher Weise wirken viele pathologische Zustände des Magens auf die Speichelsecretion ein, worauf wir genauer bei der Magenverdauung zurückkommen werden.

Die Flüssigkeit, welche sich im Munde den Speisen während der Mastication beimischt, wird allerdings größeren Theils von den Speicheldrüsen geliefert, von denen sie auch den Namen hat; der Antheil, welchen an die Bereitung derselben die kleineren Absonderungsorgane der Mundschleimhaut (die traubigen Drüschen der Lippen, der Wangen, der Zunge, des harten und weichen Gaumens und die lenticulären Drüsen) haben, ist untergeordnet, jedoch keineswegs zu vernachlässigen. Die Natur dieser letzteren Secrete ist von dem der eigentlichen Speicheldrüsen wesentlich verschieden; sie nähert sich, wie wir später sehen werden, den Absonderungsproducten der übrigen Schleimhäute. Die Mundflüssigkeit oder der Speichel im gewöhnlichen Sinne des Worts ist also eine Mischung von heterogenen Secreten, deren relative Mengenverhältnisse keineswegs immer dieselben sind. Im nüchternen Zustande erreicht die Quantität des Mundschleims verhältnißmäßig ihre größte Höhe; bei Vermehrung der Absonderung, welche auf die eben angedeutete Weise sich einstellt, tritt sie mehr und mehr zurück, und das Secret der Speicheldrüsen erfüllt allmälig ein immer größeres Uebergewicht. Aus diesem Umstande erklären sich viele widersprechende Angaben über die Natur des Mundspeichels, dessen Reaction, seine Zusammensetzung, sein specifisches Gewicht u. s. w. Man untersuchte bald ziemlich reinen Drüsenspeichel, bald solchen, der in kleiner, bald andern, der in großer Proportion von dem Secrete der übrigen Drüschen der Mundhöhle beigemengt enthielt.

Der Speichel des Menschen stellt eine farblose, etwas in's Bläulichweiße spielende Flüssigkeit dar, von schwach fadenziehender Consistenz, ohne Geruch und Geschmack. Als Formbestandtheile gewahrt man in ihm bei mikroskopischer Untersuchung constant größere oder geringere Mengen von Pflasterepithelien der Mundschleimhaut, rundliche oder elliptische Platten von $1/_{100}$ bis $1/_{50}'''$ im Dm. mit deutlichem Kern. Sie vereinigen sich nicht selten zu weißen Flöckchen, welche dem Speichel ein trübes Aussehen geben. Neben Pflasterepithelien findet man in geringerer Menge kleine rundliche oder ovale Kör-

---

[1]) Wright machte schon eine ähnliche Beobachtung. Er brachte einem nüchternen Dachshunde durch eine elastische Röhre einen aus Fleisch, Brot und Wasser bestehenden Brei in den Magen und unterband die Speiseröhre. Der Speichel wurde stärker alkalisch und trat in steigender Menge hervor.

per von $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$''', die s. g. Speichelkörperchen, welche schon von Asch und Leeuwenhoek beschrieben wurden. Im unveränderten Zustande wird in ihnen meistens kein Kern wahrgenommen. Auf Zusatz von Essigsäure wird in der Regel ein zwei- oder dreigespaltener Nucleus sichtbar. Die Speichelkörperchen, wie die sie oft begleitenden feinen Molekulen kommen aus den Drüsenbläschen, wo sie bei der Secretion sich losstoßen. Sie finden sich daher auch in dem direct aus einer Fistelöffnung abfließenden Speichel (Sebastian).

Das specifische Gewicht des Speichels wird sehr verschieden angegeben, was hauptsächlich daher rührt, daß die Beobachter bald mehr, bald minder reinen (schleimfreien) Speichel untersuchten. Das specifische Gewicht des filtrirten Speichels gesunder junger Individuen fand ich in 18 Bestimmungen zu 1004 bis 1006,5. Tiedemann und Gmelin[1]) kamen auf 1004,3; C. G. Mitscherlich bestimmte die Zahlen 1006,1 bis 1008,8, Hünefeld 1003,8 bis 1006,6. S. Wright[2]) erhielt als Durchschnittszahl von 200 Untersuchungen gesunden Speichels 1007,9; Schwankungen des spec. Gew. zwischen 1003 und 1010 liegen nach diesem Schriftsteller noch innerhalb der Grenzen des Normalzustandes. Jacubowitsch[3]) fand die Eigenschwere des frischen Speichels zu 10026, des filtrirten 10023[4]).

Die Reaction des Speichels ist ein Gegenstand vieler Dispüte gewesen. Abgesehen von den älteren Angaben, welche wenig Werth haben, weil bei ihrer Aufstellung nicht selten vorgefaßte Meinungen geltend gemacht wurden[5]), stimmen die meisten Beobachter darin überein, daß die Reaction des während der Mastication abgesonderten Speichels die alkalische sei. Ich fand ihn immer von dieser Beschaffenheit; ebenso Hünefeld, Mitscherlich[6]) und viele Andere. Auch S. Wright kam durch zahlreiche Versuche zu dem Resultate, daß nur der alkalische Speichel als der Norm entsprechend zu betrachten sei.

Die Alkalescenz des Speichels scheint nicht immer gleich stark zu sein. Nach Mitscherlich bedurften 100 Grm. Parotidenspeichels 0,223 Grm. Schwefelsäure zu ihrer Sättigung, also so viel, als zur Neutralisation von 0,174 freien Natrons erforderlich ist. Bei einem anderen Versuche reichten 0,196 Grm. Säure hin, um 100 Grm. Speichel zu neutralisiren; er enthielt also nur 0,135 Natron. In 100 Grm. von mir beim Rauchen entleerten Speichels wurde das Alkali schon durch 0,150 Grm. Schwefelsäure neutralisirt. Donné fand, daß 24 Grm. seines Speichels 1 Centigrm. Salzsäure neutralisirte. Nach Wright wird während der Magenverdauung der Alkaligehalt des Speichels vermehrt[7]). Dieses Steigen und Fallen des Alkaligehalts

[1]) A. a. O. Bd. I. S. 6.

[2]) Der Speichel in physiol. diagnostischer und therapeutischer Beziehung, in Eckstein's Handbibliothek des Auslandes. Wien 1844.

[3]) De Saliva Diss. inaug. Dorpati Livon. 1848. Eine unter der Leitung von C. Schmidt und Bidder geschriebene vortreffliche Abhandlung über den Speichel.

[4]) Die älteren Angaben sind unzuverlässig: fast sämmtlich fallen sie zu hoch aus. Lamure gab 1119, Haller 1098, Siebold 1080 an u. s. f.

[5]) Du Verney glaubte den Speichel nach dem Alter verschieden gefunden zu haben, der von jungen Leuten sollte Lackmus nicht röthen, wohl aber der von alten. Vieussens und Viridet (De prima coctione p. 70.) wollten dagegen beobachtet haben, daß der Speichel junger wie alter Leute zu jeder Jahreszeit Lackmustinctur röthe, also sauer sei. Nach Haller wird die Lackmustinctur durch Speichel nicht verändert. Auch Astruc, Fourcroy und Montègre (Expérienc. sur la digestion p. 28) fanden den Speichel neutral.

[6]) Rust's Magazin für die ges. Heilkunde. Bd. 40. Berlin, 1832. Desselben Dissertat. de salivae indole in nonnullis morbis. Berol. 1834.

[7]) Die Zahlenverhältnisse, auf welche dieser Autor seine Behauptung stützt, sind indeß so ungewöhnliche, daß dabei wahrscheinlich ein Irrthum obwalten dürfte.

der Mundflüssigkeit hängt, wie es mir scheint, hauptsächlich von der grösseren oder geringern Beimengung neutralen oder schwach alkalischen Mundschleims ab; die Flüssigkeit wird um so alkalischer, je mehr beim Kauen oder durch Anwendung anderer Reizmittel die Secretion der Speicheldrüsen angeregt wird; je mehr also der eigentliche Speichel das Uebergewicht erhält. Auf diese Weise erklärt es sich, warum die Mundflüssigkeit, auch wenn sie sauer oder neutral ist, beim Kauen immer die alkalische Reaction wieder annimmt, warum im nüchternen Zustande, wo das Secret der Schleimdrüschen das Uebergewicht hat, die alkalische Reaction fast verschwindet, um bei jeder Mahlzeit wiederzukehren [1]).

Sauer wird die Mundflüssigkeit im Normalzustande selten, häufiger dagegen in Krankheiten. Bei vollkommener Gesundheit habe ich die Mundflüssigkeit bisweilen sauer gefunden durch Brotpartikelchen, die an den Zähnen hängen geblieben waren und deren Kohlehydrate sich über Nacht in Milchsäure umgesetzt hatten. Unter pathologischen Verhältnissen wird der Mundspeichel nicht selten sauer. Donné [2]) hat das Verdienst, diesen Gegenstand zuerst genauer verfolgt zu haben. Seine Angaben wurden später von Lehmann, Budge, L'Heritier, Wright u. A. bestätigt gefunden. Das Meiste kann ich ebenfalls nach eigener Erfahrung unterschreiben. Saure Reaction wird wahrgenommen bei inflammatorischen Zuständen der ersten Wege der Mundhöhle, Speiseröhre und des Magens, im letzteren Falle neben rother Zunge, empfindlichem Epigastrio etc.; weniger allgemein beobachtete ich sie bei Dyspepsien, bei Magenkatarrh, wo auch Lehmann sie oft vermißte, dagegen constant in sechs Fällen von ulcerirtem Gastroscirrhus, seltener bei der Gastralgie; beim Diabetes mellitus fehlte sie in keinem Falle. Bei entzündlichen Fiebern (Pleuritis, Encephalitis etc.), ferner bei acuten Rheumatismus, wo Donné saure Mundflüssigkeit beobachtete, fehlt sie jedenfalls oft, ebenso bei Uterinleiden, Menstruationsstörungen etc. und bei der Arthritis.

Es ist in allen diesen Fällen noch nicht mit genügender Sicherheit entschieden, ob der Drüsenspeichel selbst sauer wird, oder, was mir wahrscheinlicher ist, bloß das Secret der Mundschleimhaut. Gegen das Sauerwerden des Speichels selbst spricht die Thatsache, daß durch alle Veranlassungen, welche die Secretion der Salivaldrüsen vermehren, wie durch Kauen, Irritationen des Gaumens u. s. w., die saure Reaction in die alkalische übergeführt wird, was nicht möglich wäre, wenn der Speichel selbst freie Säure enthielte. Den reinen Drüsenspeichel hat meines Wissens noch Niemand sauer oder neutral gefunden [3]). In vielen Fällen, wo die Mundflüssigkeit blaues Lackmuspapier röthete, sah ich die entgegengesetzte Reaction eintreten, sobald das Papier an die Mündungen der Wharton'schen Gänge gebracht wurde.

Die saure Reaction des Mundspeichels erklärt sich in den meisten Fällen aus einem gereizten Zustande der Schleimhautauskleidung der Mundhöhle, welche in diesem Zustande ein saures Secret liefert, wie viele andere Schleimhäute

---

[1]) Die Experimente, welche Jacubowitsch während 4 Monate an sich selbst anstellte, stimmen hiermit ganz überein. Des Morgens war die alkalische Reaction fast gleich Null, nach dem Frühstück wurde sie plötzlich vermehrt, nahm dann wieder ab, um nach dem Mittagsessen wiederzukehren.

[2]) Histoire physiol. et pathol. de salive. Paris, 1836.

[3]) C. G. Mitscherlich giebt an, daß im nüchternen Zustande das Secret der Fistelöffnung sauer reagirte, was noch keinen Schluß auf die Beschaffenheit des Drüsenspeichels gestattet, welchen derselbe Beobachter, sobald er in größerer Menge beim Kauen ausfloß, alkalisch fand.

unter analogen Verhältnissen[1]). In anderen Fällen ist sie die Folge von Milchsäurebildung aus Kohlehydraten innerhalb der Mundhöhle. Ob wirklich saures Secret von den Speicheldrüsen selbst geliefert werden könne, muß bis auf genügendere Nachweisungen dahingestellt bleiben.

Ueber die Natur der freien Säure in der Mundflüssigkeit besitzen wir wenig zuverlässige Angaben. Außer der Milchsäure haben Prout (Philos. Mag. and Ann. IV. 122) und Simon (Medic. Chem. Bd. I. S. 365) freie Essigsäure beobachtet[2]). Brugnatelli will sogar Oxalsäure, Wright (a. a. O. S. 165) Salzsäure bei einem Dyspeptischen, Harnsäure bei einem Arthritiker gefunden haben. (?)

Die Bestandtheile des Speichels.

Der Speichel ist sehr arm an festen Bestandtheilen; er gehört zu den wasserreichsten Secreten des thierischen Organismus. Den Gesammtbetrag des festen Rückstandes fand ich in 18 Analysen von 0,51 bis 1,05 Procent, im Mittel zu 0,72 Proc. Die meisten früheren Beobachter gelangten zu höheren Zahlenwerthen. Tiedemann und Gmelin fanden in nüchternen Speichel 1,14 und 1,19 Proc., Berzelius 0,71, Mitscherlich 1,47 bis 1,63, Simon 0,87. L'Heritier erhielt in 10 Analysen als Mittelzahl 1,35 für den Speichel Erwachsener, bei Kindern fand er in vier Analysen nur 0,40 Proc.

Der feste Rückstand des Speichels besteht theils aus organischer Materie, theils aus Salzen.

Zu den organischen Bestandtheilen gehören zunächst die Epithelien und der Schleim. Ihre Menge wechselt im hohen Grade, je nach dem Zustande der Mundschleimhaut und der größeren oder geringeren Thätigkeit der Salivaldrüsen. Im nüchternen Speichel ist ihre Menge relativ am größten.

Neben dem Schleim begegnet man constant im Speichel Spuren von eiweißartigen Verbindungen meistens mit den Eigenschaften des Albumins, seltener mit denen des Caseins. Tiedemann und Gmelin, sowie Berzelius, führen dieselben nicht auf. Bostock, Lassaigne, Vogel sowie die meisten neuern Forscher[3]) erwähnen ihrer. Die beim Kochen in filtrirtem Speichel entstehende Trübung charakterisirt sich durch ihr Verhalten gegen Salpetersäure, Kalilauge, Essigsäure und Blutlaugensalz als eiweißartiger Körper.

Fett wurde von Berzelius nicht unter die Bestandtheile des Speichels aufgeführt. Gmelin dagegen beobachtete ein gelbes butterartiges Fett, welches beim Verpuffen mit Salpeter phosphorsaures Kali bildete, also Phosphor enthielt. Geringe Mengen Fetts lassen sich in jedem Speichel nachweisen; im nicht filtrirten Speichel fand ich seine Quantität immer größer, als im filtrirten. Sehr oft sieht man im Speichel unter dem Mikroskope freie

---

[1]) Nach Donné's Erfahrungen liefern die Schleimhäute, sobald sie in einen entzündlichen Zustand übergehen, ein saures Secret, auch wenn sie in der Norm ein alkalisches Fluidum absondern.

[2]) Der saure Geruch des Mundes aphthöser Kinder macht die Gegenwart einer flüchtigen Säure hier gewiß. Die Unterscheidung der Essigsäure von andern flüchtigen Säuren, wie der Buttersäure u. s. w., welche bei solchen Analysen gewöhnlich bloß nach dem Geruch ausgeführt wird, bleibt indeß eine sehr prekäre Sache.

[3]) Jacubowitsch, Bidder und Schmidt läugnen die Gegenwart eiweißartiger Stoffe im Speichel.

Fetttröpfchen, die wohl als fremdartige Beimengungen zu betrachten sind [1]).

Extractive Materien.

Wasserextract, Speichelstoff, Ptyalin wurden von Berzelius zuerst im Speichel unterschieden und danach benannt, später aber in verschiedenen thierischen Substanzen aufgefunden. Der Speichelstoff ist in Wasser, nicht aber in Alkohol löslich und zeichnet sich besonders dadurch aus, daß er von den meisten Reagentien, welche die übrigen animalischen Stoffe niederschlagen, nicht gefällt wird. Berzelius stellte den Speichelstoff dar, indem er zunächst den trockenen Rückstand des Speichels mit Alkohol extrahirte, um Alkoholextract und Salze zu entfernen, den Rückstand, der noch alkalisch war, mit Essigsäure sättigte und wiederum zur Entfernung des essigsauren Natrons mit Alkohol behandelte. Was zurückblieb, bestand aus Schleim und Speichelstoff, welcher letztere durch Wasser vom Schleim getrennt wurde. Der Speichelstoff stellt eine grauweiße, geruch- und geschmacklose Masse, die in Wasser sich nicht löst und aus der wässerigen Lösung durch Alkohol, nicht aber durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und Bleiessig gefällt wird.

Tiedemann's und Gmelin's Speichelstoff ist mit der eben beschriebenen Substanz nicht identisch. Sie neutralisirten nicht das freie Alkali des Speichelrückstandes mit Essigsäure vor der Extraction mit Alkohol, und gewannen daher ein wässeriges Extract, welches außer dem Speichelstoff von Berzelius noch andere, in freiem Alkali lösliche Materien enthielt, welche durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid u. s. w. fällbar sind [2]).

In neuerer Zeit stellte Mialhe (Compt. rend. Tom. XX. p. 954. 1845.) durch Fällung des Speichels mit dem 5 bis 6fachen Gewicht Alkohol eine Materie dar, welche er Diastase animale, Salivaire nannte. Dieselbe scheidet sich in Form weißer Flocken ab, welche Mialhe mit der Diastase des Gerstenmalzes vergleicht. Es ist dies weiter nichts als unreines mit Schleim und andern Materien vermengter Speichelstoff. Alle diese bald mehr, bald minder isolirten Extractivstoffe des Speichels sind ihrer Natur nach gänzlich unbekannt. Sie scheinen in Umsetzung begriffene, den eiweißartigen Verbindungen nahe stehende Materien zu sein, welche, wie wir später sehen werden, dem Amylum gegenüber die Rolle eines Fermentkörpers übernehmen.

Von dem in sehr geringer Menge vorgefundenen Alkoholextract läßt sich noch weniger Bestimmtes angeben.

Außer den erwähnten organischen Stoffen werden unter pathologischen Verhältnissen noch andere beobachtet; so wird hie und da bei unterdrückter Harnsecretion, wie bei Morb. Brigthii, Harnstoff, beim Icterus Gallenfarbstoff, bei Diabetes mellitus Zucker gefunden.

---

[1]) Unter krankhaften Verhältnissen wird, nach Wright, der Fettgehalt des Speichels ansehnlich vermehrt. Derselbe fand in einem Fall 3,9 p. m.

[2]) Das, was Wright Ptyalin nennt, ist eine Substanz, die weder mit dem von Berzelius beschriebenen, noch mit dem Gmelin'schen Speichelstoff etwas gemein hat. Es ist eine in Alkohol und Aether, weniger in Wasser lösliche Materie. (A. a. O. S. 18.)

Rhodankalium.

Schon Treviranus[1]) fand im Speichel eine Substanz, welche Eisensalze roth färbte und welche er aus diesem Grunde Blutsäure nannte; Porret erkannte dieselbe zuerst als eine Schwefelcyanverbindung. Tiedemann und Gmelin[2]) bestäigten durch genauere Untersuchungen diese auffallende Thatsache. In späteren Zeiten wurde die Gegenwart des Schwefelcyans im Speichel wiederum in Zweifel gezogen und die Röthung der Eisenoxydsalze auf essigsaure Verbindung oder, wie in neuster Zeit von Strahl, auf eine eigenthümliche organische Substanz geschoben. Die Methoden der Nachweisung, welche von mehreren Forschern eingeschlagen wurden, geben indeß hinreichende Bürgschaft für den Gehalt des Speichels an Schwefelcyan oder Rhodankalium. Tiedemann und Gmelin erhielten bei der Destillation des alkoholischen Speichelextractes ein Destillat, welches Eisenchlorid stark röthete, das salpetersaure Silber und Quecksilber fällte, mit chlorsaurem Kali und Salzsäure behandelt Barytsalze weiß niederschlug. In einem anderen Theile des Destillates bildete sich auf Zusatz von Eisen- und Kupfervitriol ein weißer pulveriger Niederschlag, welcher, nachdem er ausgewaschen war, Kali die Eigenschaft ertheilte, Eisenchlorid zu röthen. Pettenkofer[3]) schlug einen ähnlichen Weg ein. Er brachte in die Vorlage mit Wasser angerührtes kohlensaures Bleioxyd und erhielt bei der Destillation Chlorblei, Schwefelblei und basisches Schwefelcyanblei[4]). Die Gegenwart des letzteren that Pettenkofer dadurch dar, daß er die in der Vorlage befindlichen Substanzen mit Wasser auswusch, sodann mit kohlensauerem Natron digerirte, die Lösung abfiltrirte, trocknete und mit Weingeist auszog. Die alkoholische Solution röthete Eisenchlorid in hohem Grade. Eine beträchtliche Quantität alkoholischen Speichelextracts, welches von Prof. Vogel bereitet auf dem hiesigen physiologischen Institute sich vorfand, wurde von mir, nachdem ich mich vorher überzeugt hatte, daß es weder Schwefelmetalle, noch andere leicht Schwefel abgebende Substanzen enthielt, mit Phosphorsäure der Destillation unterworfen. Das Destillat roch nach Schwefelwasserstoff, ein im Halse der Flasche aufgehängtes feuchtes Bleipapier schwärzte sich. Es reagirte sauer. Ein Theil mit kohlensaurem Kali neutralisirt färbte sich auf Zusatz von Eisenchlorid dunkelblutroth. Eine klare Lösung von chlorsaurem Kali mit heißer Salzsäure und Chlorbarium ließ auf Zusatz des Destillates eine nicht unbeträchtliche Menge schwefelsauren Baryts fallen[5]).

Es leidet hiernach keinen Zweifel, daß im Speichel eine Rhodanverbindung enthalten sei. Die Thatsache selbst verliert an Wunderbarem, seit man erkannt hat, daß das Rhodankalium keineswegs die giftigen Eigenschaften besitzt, welche man ihm früher zuschrieb. Schon Marchand[6]) wies durch Versuche, die er theils an sich selbst, theils an Hunden anstellte, nach, daß so geringe Mengen, wie im Speichel vorkommen, dem Organismus ganz unschädlich seien. Eine Reihe von Experimenten, welche von Wöhler und

---

[1]) Biologie. Bd. IV. S. 339. 1814.
[2]) A. a. O. S. 9.
[3]) Buchner's Repertorium. Bd. 41. S. 289.
[4]) Das essigsaure Bleioxyd, von welchem P. spricht, wurde nicht genügend nachgewiesen.
[5]) Vergl. auch Jacubowitsch l. c. p. 15.
[6]) Lehrbuch der physiologischen Chemie 1844 p. 410.

mir[1]) an Hunden gemacht wurden, ergab, daß selbst Quantitäten von 2 bis 4 Grm. Rhodankalium ohne Nachtheil vertragen werden und daß die Rhodanverbindung unverändert mit dem Harne wieder ausgeschieden wird.

Ueber die Entstehungsweise dieser Substanz wissen wir wenig.

Pettenkofer meint, dieselbe in Beziehung bringen zu müssen mit dem Harnstoff als cyansaurem Ammoniak. Der Sauerstoff der Cyansäure werde durch Schwefel vertreten: das Rhodanammonium $= C_2 N_2 S_2 + N_2 H_8$ sei analog dem Harnstoff als $C_2 N_2 O_2 + N_2 H_8 O$. Zur näheren Begründung dieser Ansicht fehlen uns leider die Belege. Sicher ist, wie schon S. 716 erwähnt wurde, daß das Senföl im Organismus zur Entstehung von Rhodanammonium Veranlassung giebt.

Die übrigen Salze des Speichels kommen mit denen der meisten andere Secrete überein; sie bestehen aus Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsaurem Natron und phosphorsaurer Kalk- und Talkerde nebst Eisenoxyd[2]).

Der Kalkgehalt des Speichels kann unter pathologischen Verhältnissen ansehnlich vermehrt werden. Wright beobachtete, daß die Quantität von 0,6 p. m. auf 14 p. m. stieg. Es bilden sich unter solchen Umständen Concretionen, welche theils im Drüsenparenchym, theils in den Ausführungsgängen ihren Sitz nehmen. (Speichelsteine). In ähnlicher Weise entstehen Deposita an den Zähnen als Weinstein und Niederschläge auf der Zunge (Denis[3]).

Um eine Uebersicht der Zusammensetzung des Speichels zu geben, mögen hier einige quantitative Analysen Platz finden.

Berzelius[4]) fand in 1000 Theilen:

Wasser	992,9
Speichelstoff	2,9
Schleim	1,4
Fleischextract und milchsaures Alkali	0,9
Chlornatrium	1,7
Natron	0,2

---

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie. März 1848.

[2]) Berzelius sowie Mitscherlich führen unter den Salzen auch noch milchsaures, Tiedemann und Gmelin essigsaures Alkali auf.

[3]) Die Speichelsteine sind im Allgemeinen verhältnißmäßig reich an kohlensaurer Kalkerde. Lecanu fand 20 Proc., v. Bibra 13'9°, Wright 80 Proc. dieser Verbindungen. Die übrigen Bestandtheile bilden Erdphosphate, Schleim und geringe Mengen in Wasser löslicher Salze. Eine ganz analoge Zusammensetzung hat der Weinstein und wenigstens in manchen Fällen der Saburralüberzug.

	Speichelstein. (Lecanu.)	Speichelstein. (v. Bibra.)	Weinstein.	Saburralüberzug d. Zunge
kohlensaure Kalkerde	20	13.9	9	8,7
phosphorsaurer Kalk	75	38,2	66	34,7
» Magnesia	—	5,1		
thierische Materie und lösliche Salze	5	38,1	18	50,0
Wasser	—	6,3	7	0,6

Die Mandl'sche Ansicht, nach welcher der Weinstein aus Infusorienskeletten besteht, kann ich eben so wenig wie Vogel bestätigen. In keinem Falle konnte ich Partikelchen auffinden, die sich als Infusorienskelette hätten deuten lassen.

[4]) Thierchemie S. 219.

Im Speichel eines gesunden männlichen Individuums fand ich:

Wasser	994,10
feste Bestandtheile . .	5,90
Epithelien und Schleim .	2,13
Fett	0,07
Speichelstoff und geringe Mengen Alkoholextract	1,41
Rhodankalium . . .	0,10
Chlornatrium, Chlorkalium, phosphors. Alkali, Erdphosphate, Eisenoxyd . .	2,19

Jacubowitsch [1])

Wasser	995,16
feste Bestandtheile . .	4,84
Epithelien	1,62
Organ. Mat.	1,34
Schwefelcyankalium . .	0,06
Salze	1,82

Die 1,82 Salze bestanden aus:

phosphorsaurem Natrium	0,94
Kalkerde	0,03
Talkerde	0,01
Chlorkalium, Chlornatrium . . .	0,84

Wir haben bisher die Mundflüssigkeit als ein Ganzes betrachtet. Es frägt sich nun, was wird von der Mundschleimhaut geliefert und was von den eigentlichen Speicheldrüsen; ferner ist das Secret der einzelnen Speicheldrüsen gleichartig oder nicht?

Die Beobachtungen, welche zur Beantwortung dieser Fragen führen könnten, sind sehr spärlich. Das isolirte Secret der gland. Parotis ist zwar wiederholt untersucht worden, von dem der gland. submaxillaris wissen wir nur, daß es zäher und dickflüssiger ist als dieses. In neuester Zeit haben besonders Jacubowitsch, Bidder und C. Schmidt diese Lücke auszufüllen versucht und bei Hunden das Secret der Parotis, der Submaxillardrüse und der Mundschleimhaut isolirt verarbeitet. Der Speichel der beiden Drüsen wurde mittelst feiner silberner Röhrchen, welche in die Ausführungsgänge gebracht waren, gesammelt; das Secret der Mundschleimhaut nach Unterbindung der Speicheldrüsengänge und durch Reizung der Mundschleimhaut mit Essigsäure. Die Unterschiede der drei Secrete, welche sich hierbei ergaben, bestehen im Wesentlichen in Folgendem. Die Parotis liefert ein dünnflüssiges, stark alkalisches Fluidum, aus dem beim Stehen an der Luft Krystalle von kohlensaurer Kalkerde anschießen. Dasselbe wird beim Kochen nicht getrübt, giebt mit Eisenchlorid keinen Niederschlag. Das Secret der

[1]) l. c. p. 15.

Submaxillardrüse ist viel schwächer alkalisch, als das der Parotis, dagegen zäher und fadenziehender [1]), wird beim Kochen getrübt, giebt mit Eisenchlorid einen Niederschlag.

Das reine Secret der Mundschleimhaut ist alkalisch, wird durch Kochen nicht getrübt. Das Verhältniß der Salze zu den organischen Bestandtheilen ist weit größer, als im Speichel.

1000 Theile desselben enthielten:

Wasser	990,01
Feste Rückstände . . .	9,99
In Alkohol lösliche Subst.	1,67
darin unlöslich . . .	2,18
Chlorkalium, Chornatrium, phosphorsaures Natron	5,30
phosphorsaure Kalkerde, phosphorsaure Talkerde	0,84

Quantität der Speichelabsonderung.

Ueber die Menge des während eines bestimmten Zeitraumes secernirten Speichels läßt sich schwer etwas Bestimmtes feststellen, weil, wie bereits oben angedeutet wurde, die Intensität der Absonderung in hohem Grade von dem Verhalten des Individuums, der Häufigkeit und der Dauer des Essens, dem längeren oder kürzeren Kauen, der Reizung der Mundschleimhaut durch Rauchen u. s. w. abhängig ist. Die Angaben, welche über das Maaß der Speichelsecretion in 24 Stunden vorhanden sind, können aus diesem Grunde auf nichts weniger, als auf Allgemeingültigkeit Anspruch machen.

Nuck [2]), dem Wright sich anschließt, schätzte die 24stündige Speichelsecretion auf 10 bis 12 Unzen. Etwas zuverlässiger sind die nach den Beobachtungen an einer Fistel des Stenon'schen Ganges von Mitscherlich angestellten Berechnungen. Mitscherlich sammelte 65 bis 95 Grm. im Mittel, also 80 Grm. Speichel aus dem Stenon'schen Gange der einen Parotis: setzt man, mit Valentin, das Verhältniß der Absonderungsfläche einer Parotis zu der aller Speicheldrüsen 1 : 3,33, so würden, bei der Voraussetzung, daß alle Salivaldrüsen gleich thätig sind, 216 bis 316 Grm. (8 bis 10 Unzen) Drüsenspeichels secernirt [3]). Hierzu muß indeß noch das Secret der Mundschleimhaut hinzugerechnet werden, dessen Menge nicht mit einiger Genauigkeit veranschlagt werden kann [4]). Wir dürften also nicht ganz fehlen, wenn wir 10 bis 12 Unzen als das mittlere Maaß der 24stündigen Speichelsecretion annehmen.

[1]) Schon die zähe Beschaffenheit des bei Obstruction des Wharton'schen Ganges zurückgehaltenen Speichels spricht hierfür. Vgl. außerdem L'Heritier (Chim. pathol. p. 290. Paris 1842) und A. Bernard a. a. O.

[2]) Sialographia. Lugd. B. 1690.

[3]) Burdach, welcher sich bei dieser Veranschlagung bloß an das Gewicht der Drüsen hielt, kam auf 8 bis 12 Unzen. (Dessen Physiologie des Menschen 1844 Bd. I. S. 277 fgg.).

Donné nimmt 390 Grm. also über 13 Unzen an.

[4]) Jacubowitsch und C. Schmidt sammelten nach Unterbindung des Stenon'schen und Wharton'schen Ganges bei einem Hunde in 52 Minuten 21,530 Grm. eines zähen Fluidums welches von der Mundschleimhaut den Orbital- und Sublingualdrüsen geliefert wurde (l. c. p. 19).

Unter bestimmten, größtentheils pathologischen Verhältnissen kann die Speichelabsonderung sehr beträchtlich gesteigert werden. Sie kann bis zu 2 ja 3 Pfund und darüber sich vermehren. Die Entstehungsweise dieser profusen Secretion ist physiologisch noch keineswegs genügend beleuchtet. Die Causalmomente des Speichelflusses können verschiedener Art sein. Wir unterscheiden darnach:

1. Speichelfluß als Folge von Reizung der Mundschleimhaut, so bei der Dentition, den Aphthen, Geschwürbildungen im Munde ꝛc.
2. Profuse Speichelabsonderung bei pathologischen Zuständen des Magens. Wir werden später nachweisen, daß die Flüssigkeiten, welche bei der Pyrosis, dem Wasserkalk ausgeleert werden, der Hauptsache nach aus verschlucktem Speichel bestehen. (Vergl. Abnormitäten der Magenverdauung.)
3. Speichelfluß nach Aufnahme bestimmter metallischer Gifte, wie der Quecksilber- und Jodpräparate, zuweilen auch bei Kupfer- und Bleivergiftung.

Es wurden außerdem noch manche Fälle von Salivation berichtet, über deren Genesis bis jetzt keine begründete Ansicht möglich ist.

Die Beschaffenheit des in profuser Menge entleerten Speichels weicht in den meisten Fällen, jedoch nicht immer, von der Norm ab. Bei einem mit Gastralgie behafteten chlorotischen Mädchen enthielt der in großer Quantität secernirte Speichel 0,61 Proc. feste Bestandtheile, von denen 0,32 Salze waren. Die Menge derselben war also relativ vermehrt. Der mercurielle Speichelfluß fördert eine Flüssigkeit zu Tage, welche im Allgemeinen reicher an organischen Stoffen, namentlich an Schleim, Eiweiß und Fett ist, als der normale Speichel. Es erklärt sich dies aus der Entzündung der Mundschleimhaut, der Stomatitis mercurialis, welche eine constante Begleiterin dieser Art von Salivation ist. Auch der Jodspeichel ist in der Regel reich an Schleim und anderen organischen Stoffen, niemals aber so übelriechend wie der mercurielle. Quecksilber- und Jodverbindungen hat man bei den zuletzt genannten Formen der Salivation wiederholt nachgewiesen. Mir ist es nie gelungen, auf galvanischem Wege Quecksilber aus Speichel abzuscheiden: es standen mir jedoch nur verhältnißmäßig geringe Mengen Speichels zu Gebote.

Einfluß des Speichels auf die Vorgänge der Verdauung.

Die älteren Beobachter, welche dem Digestionsprocesse ihre Aufmerksamkeit schenkten, konnten für den Einfluß, welchen der Speichel auf die Ingesta übt, keine bestimmten Thatsachen beibringen. Sie schrieben demselben unbestimmte lösende Eigenschaften zu, deren Gegenwart Pringle, Réaumur und Spallanzani, sowie später Tiedemann und Gmelin, durch Versuche genauer nachzuweisen vergebens sich bemühten.

Leuchs[1]) war der erste[2]), welcher in dem Vermögen des Speichels, Stärke in Traubenzucker umzusetzen, einen festen Anhalt für die digestive Bedeutung der Mundflüssigkeit lieferte. Schwann[3]) bestätigte diese Beobachtung, für welche bald von allen Seiten zahlreiche Belege geliefert wur-

[1]) Kästner's Archiv 1831.
[2]) Schon Baglivi sagte vom Speichel, daß er mehlige Substanzen verdaue. »Massam farinaceam fermentat.«
[3]) Poggendorf's Annalen XXXVIII. S. 358.

den. So klar nun auch dies Vermögen der Mundflüssigkeit, das Amylum umzuwandeln, dargethan war, so blieb man dennoch in Bezug auf die Frage, ob diese Eigenschaft im lebenden Organismus in Anschlag gebracht werden könne, zweifelhaft, um so mehr als die Berührung des Speichels mit den Ingestis in der Mundhöhle nur sehr kurze Zeit dauert und diese Fähigkeit, Stärke zu metamorphosiren, nach den Angaben der meisten Beobachter durch die Gegenwart von Säuren, wie sie im Magen constant vorkommen, aufgehoben werden sollte. J. Müller, Schwann, Beaumont, Purkinje, Hünefeld, Berzelius, Vogel u. A. hielten daher die Ansicht fest, daß der Speichel keine andere Wirkung als reines Wasser habe, nur zur Befeuchtung der Nahrung und zur Erleichterung der Deglutition diene, eine Ansicht, welche in neuester Zeit Cl. Bernard[1]) durch eine Reihe eigener Experimente über allen Zweifel erhoben zu haben glaubte.

Die erste Function des Speichels und des Mundschleimes ist jedenfalls die Befeuchtung und Einweichung der Ingesta, wodurch dieselben in eine schlüpfrige bewegliche Masse verwandelt werden, welche zur Deglutition geeignet ist. Trockene Substanzen würden ohne Speichel nur mühsam und unvollständig verschluckt werden können[2]).

---

[1]) Mémoire sur le rôle de la salive dans les phénomènes de la digestion. Archives général. de Médicine Janv. 1847.

[2]) Die Menge des zu trockenen Nahrungsmiteln beim Kauen hinzutretenden Speichels ist sehr ansehnlich. Sie übertrifft das Gewicht der Speise, wenn diese trocken ist, nicht selten um das Dreifache. Lassaigne, Magendie und Rayer stellten hierüber bei Pferden Versuche an. Sie wogen die Nahrungsmittel vor dem Kauen und ließen sie, wenn das Thier sie verschluckte, aus einer künstlich angelegten Speiseröhrenfistel wieder austreten. Auf diese Weise erhielten sie folgende Resultate:

Nahrungsmittel	Gewicht vor dem Kauen	Gewicht nach dem Kauen	Beobachter
Stroh	19 Grm.	100 Grm.	Lassaigne
Heu	325 »	2000 »	Magendie u. Rayer
Hafer	520 »	1188 »	dieselben
Hafer	46 »	100 »	Lassaigne
Stärkemehl und Thon	250 »	725 »	Magendie u. Rayer
Mehl	34 »	100 »	Lassaigne
Blätter und Stengel	67 »	100 »	Derselbe
Mit Wasser durchtränkte Stärke.	1250 »	1256 »	Bernard.

Aus dem letzten Versuche schließt Bernard, daß beim Kauen feuchter Nahrung kein Speichel secernirt werde. Es ist mir wahrscheinlicher, daß von der feuchten kleisterartigen Masse ein großer Theil in der Mundhöhle, zwischen den Zähnen &c. zurückblieb.

Lassaigne hat später auch beim Menschen die Menge des Speichels zu bestimmen gesucht, welche von verschiedenen Nahrungsmitteln beim Kauen aufgenonmmen wird, indem er dieselben vorher und nachher wog. Die Resultate sind in nachstehender Tabelle enthalten:

	Vor dem Kauen	Nach dem Kauen	Absorbirter Speichel
Krume von frischem Weizenbrot . .	100	132,5	32,5
» » altbacken » . .	100	130	30
Kruste von frischem Weizenbrot . .	100	220	120
» » altbacken » . .	100	227	127
Gekochtes Rindfleisch	100	142,5	42,5
Gebratenes Rindfleisch	100	175	75
Remiser Zwieback	100	127,5	27,5
Reinett-Apfel	100	103,7	3,7
Trockene Nüsse	100	107,8	70,8

(Journ. de Chimie médic. 1846. 389.)

Was die zweite lösende Wirkung des Speichels betrifft, so ist unzweifelhaft, daß das Wasser desselben alle leicht löslichen Substanzen, mit welchen es in Berührung kommt, auflöst. Auf diese Weise wird die Mundflüssigkeit das Medium, durch welches die Nahrungsmittel den Nerven des Geschmacksorgans wahrnehmbar werden. Trockene Materien veranlassen auf der Zunge keine Geschmacksperception; nur im aufgelösten Zustande vermögen sie den dicken Epithelialüberzug der Zunge zu durchdringen.

Schwieriger zu beantworten ist die Frage, welche Wirkung der Speichel auf die Substanzen ausübt, die, um gelöst zu werden, einer Umsetzung ihrer Elemente bedürfen, mit anderen Worten, welche Bedeutung die Fermentwirkung des Speichels für die Vorgänge der Verdauung hat. Wir scheiden in dieser Beziehung die eiweißartigen Körper und die Kohlenhydrate.

A. Einfluß des Speichels auf die eiweißartigen Stoffe.

Die Wirkung der Mundflüssigkeit auf geronnene Proteinverbindungen ist nur von wenigen Beobachtern geprüft worden. Wright, welcher eine lange Reihe von Experimenten hierüber anstellte, gelangte zu dem Resultate, daß Fleisch durch die fragliche Flüssigkeit weit stärker angegriffen werde, als durch Wasser. Die kurzen Angaben der übrigen Autoren stehen damit in Widerspruch [1]). Mit Recht bemerkt Valentin, daß Fleisch, welches zwischen den Zähnen stecken blieb, sich zwar nach und nach entfärbt, allein sehr lange fest und zähe bleibt.

Directe Versuche, welche von mir über diesen Gegenstand angestellt wurden, führten sämmtlich zu einem negativen Resultate. Würfel von geronnenem Eiweiß, welche mit Mundspeichel bei 35 bis 40° C. 24 Stunden lang digerirt wurden, behielten ihre scharfen Kanten und Ecken und zeigten auch nach weiteren 24 Stunden keine merkliche Veränderung. Der Gewichtsverlust der Würfel betrug für 1 Grm. Eiweiß $1/2$ bis 1 Centigrm., nur in einem Falle $1\,1/2$ Centigrm. Parallelversuche, bei welchen die Eiweißwürfel mit Magensaft digerirt wurden, hatten ein ganz anderes Ergebniß: das Eiweiß war größtentheils gelöst, das Ungelöste war in eine krümliche Masse zerfallen, welche auf einem Filter gesammelt kaum $1/3$ der angewandten Quantität betrug [2]). Bei der Digestion von Fleisch mit Speichel ließen sich keine anderen Veränderungen wahrnehmen als ein Blasserwerden der Farbe. Die Cohärenz der Fasern blieb dieselbe. Der Gewichtsverlust war bei ausgekochtem Fleisch unmerklich, etwas größer bei gebratenem, welches noch reicher an in Wasser löslichen Theilen, an Salzen und Extractivstoff war. Durch schwache Ansäuerung des Speichels mit Salz- oder Essigsäure wurde

---

[1]) Nur C. H. Schultz will Käse und Fleisch durch Speichel sich haben auflösen sehen. Die Wirkung trat intensiver hervor, wenn der Mischung Vegetabilien, z. B. Amylum zugesetzt wurde.

[2]) Jacubowitsch, Bidder und Schmidt (l. c. p. 52) gelangten zu einem ähnlichen Resultate. 1 Grm. Eiweiß wurde 4 Stunden lang bei 38 bis 40° C. mit Speichel digerirt; ein gleiches Quantum einem Hunde in den Magen gebracht, eine dritte Portion bei 120° getrocknet.

Das Eiweiß, welches im Speichel gewesen war, wog:
0,995 Grm., trocken 0,112 Grm., die Asche 0,010 Grm.
Das in den Magen gebrachte wog:
0,473 Grm., trocken 0,057 Grm., Asche 0,001 Grm.
Das unveränderte:
100 Grm., trocken 0,105 Grm., Asche 0,011 Grm.

seine Einwirkung auf Eiweiß und Muskelfasern nicht gesteigert. Die Cohäsion blieb dieselbe, der Gewichtsverlust war etwas größer wegen Auflösung eines Theils der Kalksalze. Destillirtes Wasser, mit derselben Menge Säure versetzt, hatte ganz gleiche Wirkung [1]). Gekochtes Pflanzenfibrin aus Weizen lockerte sich bei der Digestion mit Speichel ein wenig auf und verlor auf 1 Grm. 2 Centigrm., bei einem zweiten Versuche auf dieselbe Menge 6 Centigrm. Es erwieß sich aber, daß der Kleber nicht vollkommen frei von Stärke war, wodurch der größere Verlust sich erklärt. Die Lösung enthielt Zucker.

Es ergiebt sich also, daß der Speichel weder im alkalischen, noch im sauren Zustande auf geronnene eiweißartige Körper eine lösende oder umsetzende Wirkung ausübt, zur Verdauung derselben also nichts beiträgt.

B. Einfluß der Mundflüssigkeit auf die Kohlehydrate.

Auf Rohrzucker, Gummi, Pflanzenschleim und Cellulose wirkt der Speichel in keinerlei Weise. Der Rohrzucker verwandelte sich, wenn er 24 bis 48 Stunden mit Speichel digerirt wurde, nicht in Traubenzucker, was er bei Berührung mit andern Fermentkörpern leicht thut. Gummi und Schleim quellen auf, geben aber keinen Zucker, welcher durch Einwirkung von Schwefelsäure aus dem Gummi sich bilden kann. Auch die Cellulose bleibt was sie ist.

Das Amylum ist es allein, auf welches die Mundflüssigkeit eine kräftige umsetzende Wirkung äußert. Gekochte Stärke mit Speichel bei 35 bis 40° C. digerirt, enthält schon nach einer Viertelstunde Spuren von Zucker [2]). Die Masse verflüssigt sich mehr und mehr, das Filtrat färbt sich auf Zusatz von Jodsolution purpurroth (Stärkegummi), später tritt diese Färbung nicht mehr ein; das Amylum ist vollständig in Traubenzucker übergeführt. Rohe Stärke erleidet dieselbe Metamorphose, jedoch dauert es viel länger bis das Filtrat Kupferoxyd reducirt. Nach Lassaigne soll rohe Stärke von Speichel bei einer Temperatur von 38° C. nicht verändert werden; es wurde aber Dextrin und Zucker gebildet, wenn die Amylumkörnchen ihrer Hülle beraubt seien.

Auf das Umwandlungsvermögen des Speichels sind äußere Einflüsse nicht ohne Wirkung, bald dieselbe fördernd, bald sie retardirend. Niedrige Temperatur verzögert den Proceß, während eine höhere von 30, 40 bis 50° ihn beschleunigt. Wright erhielt, indem er gleiche Quantitäten Stärke und Speichel anwandte, bei 36°,6 C. 26 Grm. Zucker, bei 20° C. in der doppelten Zeit 22,15 Grm.

Wird Speichel einige Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so verliert er allmählig seine umwandelnde Kraft, die Quantität des gebildeten Zuckers wird immer geringer, während gleichzeitig eine vermehrte Bildung von Milchsäure sich einstellt. Es kommt also das Speichelferment in dieser Beziehung mit dem der Hefe überein.

---

[1]) Cl. Bernard und Barreswil behaupten, ihrer Identitätslehre aller Verdauungsfermente getreu, daß saurer Speichel coagulirtes Eiweiß verdaue. Compt. rend. Tom. XXI. p. 88. 89. 1845.

[2]) Nach Jacubowitsch und Schmidt schon nach 10 Minuten. Die Zuckerbildung tritt, was ich wiederholt beobachtete, augenblicklich ein, wenn man Stärkekleister mit Speichel und einigen Tropfen Kalilauge zum Sieden erhitzt. Die Masse wird flüssig, färbt sich gelb und reducirt auf der Stelle Kupferoxyd zu Oxydul. Behandelt man den Kleister in gleicher Weise ohne Speichel, so tritt weder die gelbe Färbung ein, noch die Reduction des Kupferoxyds.

Von Interesse für die Art der Wirkung des Speichels ist der Einfluß der gährungswidrigen Mittel. Fast alle Substanzen, welche Gährung, Fäulniß und analoge Processe aufheben, stören die Contactwirkung des Speichels in einem auffallend geringen Maaße. Die Siedhitze vermindert zwar die Menge des in einem bestimmten Zeitraume gebildeten Zuckers um ein Geringes, hemmt jedoch den Vorgang im Allgemeinen nur wenig [1]). In demselben Resultate kam Wright, nur beobachtete er eine vermehrte Milchsäurebildung. Auch Jacubowitsch und Schmidt fanden Traubenzucker gebildet, wenn sie Speichel anwandten, der bis zur Siedhitze erwärmt war. Anderer, welcher mehrere Male gekocht wurde, hatte nach 24 Stunden keine Stärke metamorphosirt. Es ergiebt sich also, daß die Siedhitze die Fermentwirkung des Speichels nicht aufhebt, wie es bei der Alkoholgährung, der Zuckerbildung durch Diastase u. s. w. der Fall ist. Die Angabe Mialhe's [2]) nach welcher der Speichel eine der Diastase analoge Substanz, eine Diastase animale enthalte, ist also unzutreffend.

Ebensowenig wie die Siedhitze ist Alkoholzusatz im Stande die Fermentwirkung des Speichels aufzuheben. Stärkekleister mit gleicher Menge Speichel und Spiritus von 0,83 spec. Gew. bei einer Temperatur von 35—40° C. digerirt, reducirte nach 12 Stunden eine beträchtliche Menge Kupferoxyd.

Ueber den Einfluß der Säuren auf die Speichelwirkung lauten die Angaben der Autoren größtentheils negativ. Sebastian fand, daß die Mundflüssigkeit, wenn man sie mit wenig oder viel Essigsäure versetzt, ihren Einfluß auf Stärke gänzlich einbüßt. Ebenso giebt Wright [3]) an, daß durch wenige Tropfen Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Essigsäure die metamorphosirende Kraft des Speichels zerstört werde; die Stärke verwandele sich in eine gummiähnliche Masse, Zucker werde aber nicht gebildet. Die von mir angestellten Versuchsreihen führten zu einem entgegensetzten Resultate. Mischungen von Stärkekleister mit Speichel, denen verdünnte Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Essigsäure bis zur stark sauren Reaction zugesetzt war, reducirten sämmtlich nach 12 Stunden Kupferoxyd in ansehnlicher Menge. Die Quantität des gebildeten Zuckers war jedoch geringer, als bei Anwendung alkalischen Speichels, besonders wenn größere Zusätze von Mineralsäuren gemacht waren. Zahlreiche Wiederholungen dieser Versuche führten immer zu demselben Ergebnisse. Daß Essigsäure die Wirkung des Speichels nicht aufhebt, wurde auch von Jacubowitsch und Schmidt beobachtet [4]). Auch arsenige Säure, von mir in großer Menge dem Speichel zugesetzt, beeinträchtigte in keinem Falle dessen digestive Eigenschaften.

Ebensowenig wie die isolirten Säuren vermag der saure Magensaft die Fermentwirkung des Speichels zu modificiren. Zusätze von künstlich bereitetem Magensafte oder von natürlichem, welcher durch die Fistelöffnung aus dem Magen eines Hundes genommen war, verminderte mit Speichel und Kleister zusammengebracht die Umsetzung des letzteren nicht im geringsten; die Wirkung trat in derselben Weise ein, wie bei der Anwendung reinen alkalischen Speichels, auch wenn die Flüssigkeit stark sauer reagirte. Diese Versuche wurden so oft mit demselben Resultate wiederholt, daß ich die

[1]) Nur in einem Falle bei einer großen Anzahl von Versuchen wurde die Umwandlung durch gekochten Speichel nicht eingeleitet. Eine andere Portion desselben Speichels, die filtrirt und dann gekocht war, hatte eine ansehnliche Menge Zucker gebildet.

[2]) Compt. rend. 1845. T. XX. p. 954.

[3]) A. a. O. S. 43.

[4]) l. c. p. 30.

gewöhnliche Ansicht, nach welcher der saure Magensaft die umsetzende Wirkung des Speichels aufheben soll, für hinreichend wiederlegt ansehen muß. Auch Jacubowitsch und Schmidt (l. c. p. 30.) stellten Versuche an, welche hiermit übereinstimmen.

Eine interessante, erst in neuester Zeit aufgeworfene Frage ist die: welcher Theil der Mundflüssigkeit ist als Träger der Fermentwirkung zu betrachten. Lassaigne [1]) machte die Entdeckung, welche bald nachher von Magendie und Rayer, später auch von Cl. Bernard, Jacubowitsch und Anderen bestätigt wurde, daß reiner Drüsenspeichel, wie er direct aus den Ausführungsgängen gesammelt wird, keine umsetzende Wirkung auf Amylum äußert. Diese Wirkung tritt auch dann nicht ein, wenn das Secret der Parotiden mit dem der Submaxillardrüsen vermischt wird. Der Schleim der Mundhöhle dagegen besitzt, nach Bernard und Barreswil [2]), diese Eigenschaft in hohem Grade. Das Letztere wird jedoch von Jacubowitsch, Bidder und Schmidt in Abrede gestellt, welche, gestützt auf ihre Versuche, nur der Mischung von Drüsenspeichel und Mundschleim die Zucker bildende Kraft zuschreiben, welche beiden Bestandtheilen einzeln angewandt gänzlich abgehen solle.

Ich habe über diesen Punkt mehre Reihen von Versuchen angestellt, deren Ergebnisse weder mit denen von Bernard, noch mit denen von Jacubowitsch und Schmidt vollkommen übereinstimmen. Es wurde Stärkekleister bei 40° C. gleichzeitig mit folgenden Soffen digerirt: 1. mit der Substanz der Parotis, 2. der Submaxillardrüse, 3. der ausgewaschenen Mundschleimhaut, 4. mit Drüsensubstanz und Mundschleimhaut zugleich. Diese Versuche wurden vielfach wiederholt mit Materien, die bald vom Hunde, bald von der Katze oder dem Kaninchen, bald endlich vom Menschen genommen wurden. Nach 8 bis 12 Stunden erhielten alle Proben Zucker, die erste, zweite und dritte nur Spuren, die vierte dagegen immer ansehnliche Quantitäten. Die Mundschleimhaut erzeugte approximativ dieselbe Menge Zucker, wie die Parotis, in keinem Falle eine sehr beträchtliche, wie man nach Bernard's Angaben vermuthen sollte. Das schwache Vermögen, Stärke umzuwandeln, theilen jene organischen Theile mit sehr vielen anderen. Nasenschleim, Nierensubstanz, faulendes Blutserum u. s. w. besitzen dieselbe Eigenschaft. Es ergiebt sich also im Allgemeinen, daß eine schwache Fermentwirkung den einzelnen, die Mundflüssigkeit constituirenden Secretis nicht abgesprochen werden kann, daß jedoch jenes kräftige Umwandlungsvermögen nur der Vermischung von Drüsenspeichel und Mundschleim zukommt [3]).

Die Mundflüssigkeit als Ganzes besitzt also eine Eigenschaft, welche den einzelnen Theilen derselben für sich nur in sehr geringem Maaße zukommt. Es bleibt uns vorläufig unerklärlich, wie durch die Vermischung zweier so indifferenter Flüssigkeiten ein so kräftig wirkender Fermentkörper erzeugt werden könne. Die Isolirung jenes Körpers ist noch nicht gelungen. Mialhe glaubt zwar seine Diastase animale als solche hinstellen zu dürfen; allein diese ist weit davon entfernt, auf den Namen einer einfachen chemischen Verbindung Anspruch machen zu können. Wenn Lehmann durch Speichelstoff kein Amylum umwandlen konnte, so beweist das nichts, weil durch die Dar-

[1]) Compt. rend. 1845. Tom. XX. p. 1347.
[2]) Compt. rend. T. XXI. 1845. p. 12.
[3]) Nach Jacubowitsch, Bidder und Schmidt kann dem Drüsenspeichel auch durch Zusatz von Nasenschleim jene Eigenschaft verliehen werden.

stellung jene Substanz die Zersetzbarkeit einbüßt, auf welcher ihr Umwandlungsvermögen beruht. Es treten uns hier alle jene Schwierigkeiten entgegen, die wir schon früher bei der Wirkungsweise der Verdauungsfermente im Allgemeinen berührt haben.

Bedeutung des Speichels für die Digestion.

Die Frage, welche Rolle die eben im Detail beschriebene Wirkungsweise des Speichels bei dem Verdauungsproceß im lebenden Organismus übernimmt, wird, wie wir bereits oben erwähnten, meistens im verneinenden Sinne beantwortet. Man war dazu genöthigt, weil die Nahrung in der Mundhöhle kaum einen Augenblick, jedenfalls viel zu kurzer Zeit verweilt, um durch den Speichel metamorphosirt zu werden, und weil der Speichel im Magen durch dessen saures Secret seine Wirksamkeit einbüßen sollte. Wenn nun auch das Letztere, wie wir darthaten, irrthümlich ist, so erscheint die Sache damit noch keineswegs abgethan. Eine große Quantität Amylum gelangt als solches in den Magen und wird hier, wie wir später sehen werden, allmählig in Dextrin und Zucker umgewandelt.

Die Frage ist nun die: wird dieser Vorgang im Magen durch die Labsubstanz vermittelt, oder durch hinabgeschluckten Speichel? Ist der reine Magensaft im Stande die Stärke mit derselben Leichtigkeit umzusetzen, wie der Speichel, so erscheint die Wirksamkeit des letzteren überflüssig und jedenfalls von sehr geringer Bedeutung. Dies ist aber nicht der Fall. Der reine Magensaft entbehrt das Vermögen, aus Amylum Zucker zu bilden, vollständig, was aus folgenden vielfach wiederholten Versuchen sich zur Evidenz ergiebt. Gekochte Stärke wurde bei 35 — 40° C. digerirt: 1) mit künstlichem Magensaft vom Kaninchen, Hunde und Schwein, und 2) mit Stückchen der Magenschleimhaut, 3) im ausgespülten Magen eingeschlossen, 4) im Dünndarm, 5) im Coecum, 6) im Colon, 7) mit Pankreasgewebe. Nach 12 Stunden enthielt die erste, zweite und dritte Probe keine Spur von Zucker, der Kleister war in keiner Weise verändert; die vierte, fünfte und sechste reducirte Kupferoxyd in nicht geringer Menge; die siebente war, fast gänzlich verflüssigt, in eine Lösung von Dextrin und Zucker verwandelt. Dies Ergebniß blieb bei Wiederholungen des Experiments immer nahe zu [1]) dasselbe: auch bei 24- und 48stündiger Digestion vermogte der reine Magensaft das Amylum nicht zu metamorphosiren, nur geringe Spuren, wie sie durch jede in weitere Zersetzung übergehende Materie gebildet werden, ließen sich ein paar Mal auf-

[1]) Es mag hier für Diejenigen, welche sich mit Arbeiten dieser Art befassen, eine kurze Notiz über die Technik Platz finden. Keine Versuche bedürfen, wenn sie zu sicheren Resultaten führen sollen, einer häufigeren Wiederholung und einer sorgfältigeren Controle, als die mit Fermentkörpern über Verdauung. Geringe Unterschiede im Alter der angewandten Substanz, in den äußeren Verhältnissen u. s. w. bedingen schon auffallende Unterschiede in der Wirkung. Man wird selten mehrere Versuche mit vollkommenen identischen Resultaten machen, kleine Abweichungen stellen sich leicht ein und nur größere Reihen von Experimenten liefern sichere Ergebnisse. — Die Nachweisung des Zuckers geschah in den meisten Fällen durch die Trommer'sche Probe, zu welcher man sich am besten der Gleichmäßigkeit halber eine größere Menge Probeflüssigkeit im Voraus bereitet. Die letztere darf nicht zu concentrirt sein, wenn man kleine Quantitäten Zuckers sicher finden will. Die zu untersuchende Substanz wurde meistens vorher filtrirt. Neben der Trommer'schen Probe dient gleichzeitig die mikroskopische Untersuchung und die Behandlung mit Jod, bei größeren Experimenten die Gährungsfähigkeit des Filtrats. Der Kleister wurde jedes Mal frisch bereitet und ein Theil ohne Zusatz zur Gegenprobe aufgehoben.

finden. Die Darmschleimhaut hatte dagegen immer ansehnliche Mengen Amylum umgesetzt [1]).

Es ergiebt sich also, daß der Magen das Vermögen, Stärke in Zucker umzuwandeln, nicht besitzt. Die Umsetzung der Amylacea, welche hier wie wir später sehen werden, energisch von Statten geht, ist das Werk des Speichels, welcher theils beim Kauen der Nahrung beigemischt, theils dagegen während der Magenverdauung secernirt und durch Deglutition hinzugeführt wird. In den tieferen Theilen des Verdauungscanals, bis wohin der Speichel nicht reicht, wird durch Hinzutreten neuer Fermente (Darmsecret und pankreatischer Saft) diese Metamorphose weitergeführt, die indeß bei weitem nicht immer ihre Endschaft erreicht.

Die Hauptaufgabe der Speichelabsonderung ist somit die Verdauung der Amylacea im Magen. Sie arbeitet, indem sie die eiweißartigen Stoffe des Pflanzenreichs dem Magensaft zugängig macht, der eigentlichen Magenverdauung vor, welche die Auflösung der Proteinverbindungen zu vollführen hat. Sie bildet auf diese Weise ein wichtiges Glied der digestiven Processe [2]).

Fassen wir die physiologische Bedeutung, welche der Speichel im lebenden Organismus hat, mit ein paar Worten zusammen, so ergeben sich folgende Punkte:

1) Einweichung der Nahrungsmittel und Auflösung leicht löslicher Stoffe. Hierdurch werden zwei Zwecke erreicht:
   a. die Deglutition trockener Substanzen wird erleichtert;
   b. die Geschmacksempfindung wird vermittelt.

2) Der Speichel wirkt umsetzend, er vollführt die Metamorphose des Amylums im Magen, zu welcher der Magensaft nicht befähigt ist.

Deletäre Eigenschaften des Speichels.

Abgesehen von den eben beschriebenen Wirkungen wurden von Aerzten und Laien der Mundflüssigkeit wunderbare Eigenschaften zugeschrieben, welche dieselbe in bestimmten krankhaften Zuständen annehmen soll. Bei heftigen Gemüthseffecten soll der Speichel giftige Wirkungen bekommen, welche Eberle mit denen der Aqua toffana verglich und durch die Vermehrung der Schwefelcyanverbindungen zu erklären sich bemühte [3]). Bei der Hunds-

---

[1]) Schon Valentin bemerkt (Phys. Bd. I. S. 329), daß angesäuerte Verdauungsflüssigkeit (künstlicher Magensaft) Stärke nur selten in Zucker verwandele. Statt dessen sah derselbe Beobachter Gährung eintreten.

Jacubowitsch und Schmidt kamen zu Resultaten, welche mit den meinigen übereinstimmen: sie beobachteten in keinem Falle Zuckerbildung.

[2]) Auswerfen des Speichels kann aus diesem Grunde Veranlassung dyspeptischer Beschwerden werden. Ich selbst fühlte, wenn ich der Versuche wegen viel Speichel entleert hatte, constant Druck im Epigastrio, Appetitlosigkeit 2c. Als Wright in einer Woche 250 Grm. Speichel zu Experimenten verbrauchte, verlor er in dieser Zeit 11 Pfd. an Gewicht. Purferius heilte einen bis auf die Haut abgezehrten Menschen bloß dadurch, daß er ihm das Ausspeien untersagte. Ruisch sah nach Beseitigung einer Deformität der Lippen, welche beträchtlichen Speichelverlust veranlaßte, die bereits stark darniederliegende Ernährung ihre frühere Energie wieder gewinnen. —

Zerstörung der Speicheldrüsen bei Thieren hat nicht nothwendig den Tod zur Folge, weil im Darmcanal für die Verdauung der Stärke geeignete Secrete sich vorfinden.

[3]) Eberle glaubte im Aerger und Zorn wirkliche Zunahme des Rhodankaliums bemerkt zu haben. Dessen Verdauung. Würzburg 1834. S. 28.

wuth soll durch den Speichel die Krankheit übertragen werden. In neuerer Zeit hat Wright diese völlig unklaren Erscheinungen durch Experimente zu erläutern versucht [1]). Er injicirte Hunden menschlichen Speichel in den Magen und sah constant Würgen und Erbrechen eintreten. Bei Injection desselben in die Venen stellten sich alle Erscheinungen der Hydrophobie ein. Jacubowitsch, Bidder und Schmidt wiederholten diese Experimente. Sie beobachteten nach Injection von Speichel in den Magen gar keine Erscheinungen krankhafter Art. Wurde derselbe in die Venen eingespritzt, so stellten sich zwei Reihen von Symptomen ein, zunächst die der Narcose: erweiterte Pupillen, Stupor, Zittern der Glieder rc., sodann die der Circulationsstörung: beschwerte Respiration, Herzpalpitationen rc. Die ersten rührten vom narcotischen Principe des Tabacks her, welcher, wie es auch Wright empfahl, beim Sammeln des Speichels geraucht war: sie blieben aus, als man sich den Speichel auf andere Weise verschaffte. Die zweiten dagegen waren bedingt von Obstruction der Capillaren durch die Pflasterepithelien des Speichels: sie traten nicht mehr ein, als man den Speichel vorher filtrirte.

Die giftigen Eigenschaften des Speichels verlieren somit ihre Stützen.

Die Bedeutung der Mundflüssigkeit bei der Hydrophobie ist ebenfalls überschätzt worden. Bruce, Harris und besonders Hertwig [2]) versuchten vergebens durch Impfung des Geifers toller Hunde, oder durch Vorsetzen von Speisen, die mit solchem vermischt waren, die Krankheit zu übertragen. Die Infection stellte sich in keinem Falle ein.

II. Vom Magensaft und seiner verdauenden Kraft.

Es giebt vielleicht kaum eine organische Flüssigkeit, über welche sich verschiedenartigere Ansichten geltend gemacht hätten, als über das Secret des Magens. Abgesehen davon, daß man zu wiederholten Malen seine Existenz in Zweifel zog, ja auf das Bestimmteste in Abrede stellte, was noch in neuerer Zeit von Montègre und C. H. Schultz geschah, konnte man sich zunächst über die Reaction dieser Flüssigkeit nicht vereinigen. Man hielt sie abwechselnd bald für neutral, bald für alkalisch, bald für sauer. Als man sich zuletzt über das Vorhandensein der freien Säure vereinigt hatte, begannen von neuen die Ansichten zu schwanken, welche über die Natur dieser Säure kund wurden. Salzsäure, Essigsäure, Buttersäure, Milchsäure phosphorsaure Kalkerde rc. wurden der Reihe nach für die Materien ausgegeben, welche dem Magensafte die Lackmus röthende Eigenschaft ertheilen sollte.

Endlich war noch die organische Substanz des Magensecrets, ihre Eigenschaften, Zusammensetzung und physiologische Bedeutung, ein Gegenstand, über welchen zahlreiche Controversen geführt wurden.

Viele von diesen Meinungsverschiedenheiten, die, weil sie fast alle auf Beobachtungen beruhen, unsere Beachtung verdienen, rühren davon her, daß man zur Gewinnung des Magensaftes nicht immer denselben Weg einschlug. Die verschiedenen Methoden, die man befolgte, lieferten keineswegs

---

[1]) A. a. O. S. 183.

[2]) Beiträge zur näheren Kenntniß der Wuthkrankheit. Berlin 1829. S. 156.

das Object der Untersuchung in gleicher Reinheit, man gewann den Magensaft immer mehr oder weniger vermischt mit anderen fremdartigen Stoffen.

Die ersten Beobachter, welche mit dem Magensafte arbeiteten, Spallanzani, Carminati, Gosse, Montègre, Pinel der Jüngere verschafften sich diese Flüssigkeit dadurch, daß sie sich im nüchternen Zustande zum Erbrechen reizten. Das was sie auf diese Weise erhielten, bestand zum größeren Theil aus Speichel, und es ist daher kein Wunder, wenn man die Reaction bald neutral, bald alkalisch, bald sauer fand.

Die zweite Art, das Secret des Magens zu gewinnen, bestand darin, daß man nüchterne Thiere, denen man vorher reizende unlösliche Substanzen, wie Pfefferkörner, Kieselsteine u. s. w. in den Magen gebracht hatte, tödtete. Tiedemann und Gmelin verschafften sich auf diese Weise den Magensaft, welchen sie untersuchten. Die so erhaltene Flüssigkeit enthält jedenfalls Speichel beigemischt, nicht selten auch, namentlich bei Pflanzenfressern noch Residuen der Nahrung.

Derselbe Einwurf trifft in noch höherem Grade die Aufsammlung des Saftes mittelst Schwämme, welche man, an einem Faden befestigt, vom Munde aus durch die Speiseröhre Thieren in den Magen brachte. (Spallanzani, Braconnot.)

Schwann's und Wasmann's Methode, welche in der Extraction der Labdrüsenschicht des Magens mit Wasser besteht, giebt zwar ein Fluidum, das zur Anstellung künstlicher Verdauungsversuche vollkommen geeignet ist, welches aber, weil immer sehr viele fremdartige Stoffe, wie Eiweiß, Extrativstoffe rc. mit ausgezogen werden, über die chemische Zusammensetzung des reinen Magensaftes keine zuverlässige Auskunft geben kann.

In neuester Zeit hat man angefangen, nach Blondlot's Vorgange, durch Anlegung von Fisteln das Secret direct aus der Magenhöhle aufzusammeln, ein Weg, welchen schon mehrere Jahre vorher W. Beaumont, von einem glücklichen Zufalle begünstigt, bei dem canadischen Jäger St. Martin mit Erfolg eingeschlagen hatte. So vortrefflich diese Methode für das Studium der Verdauungsvorgänge ist, so wenig reelle Vortheile bietet sie, wenn es sich darum handelt, größere Menge vollkommen reinen Magensaftes zur chemischen Untersuchung zu erlangen, einmal weil im nüchternen Zustande der Magen, auch wenn er mechanisch gereizt wird, nur sehr spärlich secernirt, sodann weil durch den Oesophagus beständig Speichel zutritt, welcher sich dem Secrete der Labdrüsen beimengt. Will man auf diesem Wege reinen Magensaft sich verschaffen, so müssen jedenfalls vorher entweder die Speicheldrüsen zerstört oder die Speiseröhre unterbunden werden, zwei Operationen, welche beide nicht von dem Verdachte freizusprechen sind, daß sie möglicher Weise störend auf die Secretionsthätigkeit des Magens einwirken könnten.

Bei der Beurtheilung der Angaben, welche die einzelnen Forscher über das Verhalten des Magensaftes machten, dürfen die eben berührten Verhältnisse, die über die größere oder geringere Reinheit des Untersuchungsmaterials entscheiden, nicht außer Acht gelassen werden. Wir werden später sehen, wie die eigenthümliche Conformation der Labdrüsen im Vormagen der Vögel geeigneter ist, eine klare Einsicht in die Absonderung des Magensaftes zu geben als die mehr flächenartig ausgebreiteten Labdrüsen des Menschen und der übrigen Säugethiere.

Man hat bisher den Magensaft als eine klare Flüssigkeit beschrieben, welche keine wesentlichen Formbestandtheile enthalte: dieser Ansicht sind alle Beobachter, welche sich bisjetzt mit der Untersuchung desselben befaßten: den-

noch muß ich mich gegen dieselbe aussprechen. Eine genauere Berücksichtigung des Mechanismus der Labsecretion, sowie die mikroskopische Untersuchung des Magensaftes, wie er direct aus den Drüsenschläuchen hervortritt, lehren auf das Bestimmteste, daß derselbe körperliche Elemente enthält, welche für seine chemische Wirksamkeit von großer Bedeutung sind und auf manche Erscheinungen, die uns bei der genaueren Verfolgung der Digestionsprocesse im Magen entgegentreten, ein neues Licht werfen.

Der Magensaft besteht aus zwei wesentlichen Bestandtheilen: A. aus Zellen mit körnigem Inhalt, die wir Labzellen nennen wollen, und B. aus einer klaren Flüssigkeit, dem Labsaft.

Wir berücksichtigen

A. Die Labzellen.

Sie bedecken die in der Verdauungsthätigkeit begriffene Magenschleimhaut als eine mehr oder minder dicke, graulich gefärbte, lockere Schicht und überziehen als solche auch die Magencontenta. Im nüchternen Zustande finden sich diese Gebilde nur sehr spärlich oder sie fehlen gänzlich. Die morphologischen Verhältnisse der Labzellen sind bereits oben S. 748 erörtert worden, wir haben dort gesehen, daß sie bald vollständig entwickelte Zellen mit distincter Wandung darstellen, bald dagegen ohne bestimmte Begrenzung sind, bald endlich eine mit Kernbildungen untermischte Körnchenmasse bilden. Es bleibt uns hier noch übrig, ihre chemische Zusammensetzung, ihr Verhältniß zur Labflüssigkeit und ihren Beitrag zur Magenverdauung genauer zu verfolgen.

Die Labzellen lösen sich in Wasser nicht auf, damit digerirt zerfallen sie allmälig, die Molekulen des Zelleninhalts trennen sich von einander und lassen in manchen Fällen eine lebhaft Molekularbewegung wahrnehmen. Bei längerer Digestion mit Wasser scheint die Menge der Körnchen nach und nach abzunehmen, ihre Substanz sich theilweise zu lösen. Die Zellenkerne bleiben unverändert zurück. Auf Zusatz von kohlensauren Alkalien löst sich die Zellenwand, die Mischung nimmt eine schleimige, fadenziehende Consistenz an. Rascher noch geschieht dies durch kaustisches Alkali.

Die Labzellen im feuchten oder getrockneten Zustande mit destillirtem Wasser behandelt geben an dieses kleine Mengen löslicher Stoffe ab, welche in hohem Grade verdauende Eigenschaften besitzen. Man kann diese Extraction zehn bis zwanzig Mal wiederholen, ohne daß die Masse erschöpft wird. Durch langsam fortschreitende Umsetzung wird aus dem Zelleninhalt fortwährend von neuem ein Theil löslich und kann als Verdauungsferment verwandt werden. Putride Zersetzung tritt hierbei nicht ein; ich habe wochenlang die Extraction fortgesetzt, ohne daß ein fauliger Geruch sich eingestellt hätte, die Lösungen bleiben geruchlos und reagiren schwach sauer. Setzt man dagegen den in Wasser vertheilten Labzellen kohlensaures oder kaustisches Alkali bis zur alkalischen Reaction zu, so läßt die putride Zersetzung nicht lange auf sich warten; die Masse bekommt einen penetranten Fäulnißgeruch, es entwickelt sich Schwefelwasserstoff-Ammoniak, die Umsetzung hat eine ganz andere Richtung eingeschlagen.

Die Labzellen mit ihrem molekularen Inhalt, wie sie beim Eintritt der Speisen auf die Oberfläche der Magenschleimhaut treten, bilden in der eben angedeuteten Weise die stetige Quelle, aus welcher sich Fermentkörper zur Ausführung der Digestionsprocesse auflösen. Sie bilden also einen wesent-

lichen Theil des Magensecrets und können nicht, wie es bisher geschah, als schleimiger Ueberzug der Magenwände betrachtet werden.

Die Zusammensetzung der Labzellen wurde bei verschiedenen Thieren und beim Menschen zu wiederholten Malen untersucht. Sie blieb im Wesentlichen überall dieselbe. Nur die Menge der einzelnen Bestandtheile wechselte je nach der Entwicklung, welche diese Zellen erreicht hatten, auch bei derselben Thiergattung in hohem Grade. Mit Aether extrahirt giebt die getrocknete Masse ein gelbes butterähnliches Fett ab, dessen Quantität um so größer ausfällt, je mehr der feinkörnige Zelleninhalt entwickelt ist [1]). Sie schwankte von 3,33 bis 14,52 Proc.; in einem Falle wurden 18,10 Proc. gefunden; meistens betrug sie gegen 8 Proc. In kochendem Alkohol löst sich der Aetherextract nicht vollständig wieder auf, es bleibt eine klebrige resinöse Materie in geringer Menge zurück [2]); der Alkohol läßt beim Erkalten Cholesterinkrystalle fallen, deren Quantität nahezu die Hälfte des Aetherauszuges beträgt. Beim Verdunsten hinterläßt der Alkohol Margarin und Elain. Die mit Aether erschöpfte Substanz quillt in Wasser auf, sie giebt an dieses dieselben organischen Materien ab, welche wir weiter unten im Labsaft genauer als den Fermentkörper des Magensecrets verfolgen werden. Das Wasser nimmt eine schleimige Beschaffenheit an. In verdünnter Kalilauge löst sich der Ueberrest zu einer fadenziehenden, durch Kalksalze getrübten Flüssigkeit. Diese Lösung läßt unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff einen weißen Niederschlag fallen, welcher im Ueberschuß der Säure vollkommen unlöslich ist (Mulder's sog. Proteinbioxyd). Das saure Filtrat wird durch Kaliumeisencyanür nicht getrübt. Die in Kalilauge lösliche Materie ist dieselbe, welche in allen Horngebilden vorkommt und die Wandung der Epithelialzellen ausmacht. Sie wird hier hauptsächlich durch die Wände der Labzellen geliefert und ist die Ursache der schleimigen Beschaffenheit, welche das Magensecret an sich trägt. Für die Schleimabsonderung lassen sich hier keine eigenthümliche Drüschen nachweisen (vgl. oben S. 750); dieselbe geht hier in derselben Weise vor sich durch allmähliges Zerfallen der Zellenwandungen, wie wir es früher für die Synovia nachgewiesen haben. Die schleimige Consistenz des Magensecrets ist daher am ausgeprägtesten, wenn der Inhalt des Magens alkalisch gefunden wird. Beim Verbrennen liefern die Labzellen eine weiße Asche, welche an Wasser Spuren von phosphorsaurem Alkali abgiebt. Der Hauptsache nach besteht sie aus Erdphosphaten und schwefelsaurem Kalk. Ihre Menge schwankt zwischen 3 und 3,5 Proc.

B. Der Labsaft.

Dieser stellt eine klare farblose Flüssigkeit von säuerlich salzigem Geschmack und eigenthümlichem Geruche dar. Er besteht der Hauptsache nach aus Wasser, 100 Theile desselben enthalten 1 bis 1½ höchstens 2 Proc. fester Bestandtheile. Berzelius fand in einer Probe von dem durch Beaumont gesammelten Magensafte St. Martins 1,27 Proc. festen Rück-

---

[1]) Am reinsten erhält man die Labzellen in der zur Analyse erforderlichen Quantität aus dem Vormagen der Vögel, wie der Gans. Im Magen der größeren Säugethiere bedecken sie theils die Contenta, theils liegen sie auf der Schleimhaut. Beimengungen von Cylinderepithelien sind hier nicht immer zu vermeiden.

[2]) Die geringe Menge, in welcher diese Substanz vorkommt, gestattete eine genauere Untersuchung nicht.

standes und 98,73 Proc. Wasser. Tiedemann und Gmelin [1]) erhielten 1,95 Proc. aus dem Magensaft eines Hundes, dem Kalksteinchen beigebracht waren, Leuret und Lassaigne 1,32 Proc. Blondlot [2]) 1,00 Proc. bei einem Hunde mit der Magenfistel. Bei einem Pferde, in dessen Magen noch kleine Mengen von Häcksel lagen, fand ich in dem filtrirten Safte 1,72 Proc., bei einem Hunde, welcher kurz vorher harte Knochen gefressen hatte, 1,80 Proc., bei einem andern, dem Pfefferkörner und reine Pflanzencellulose aus Hollundermark beigebracht waren, 1,15 Proc. fester Bestandtheile.

Das specifische Gewicht des Labsafts vom Menschen ist nach einer Bestimmung Silliman's = 1,005. Lassaigne [3]) erhielt bei Hunden verschiedene Zahlen, je nachdem der Magen leer oder mit Nahrung gefüllt war. Die Flüssigkeit, welche durch Reizung des nüchternen Magens mit einer Sonde gewonnen wurde, hatte ein spec. Gewicht von 1001; die nach Genuß von rohem Fleisch abfließende 1,008, nach der Fütterung mit Brot 1010. Jene Zunahme ist die Folge der Auflösung von Nahrungsstoffen; für eine Veränderung des secernirten Labsaftes kann sie nicht gelten.

Das Magensecret reagirt immer sauer [4]). Da, wo man eine neutrale Flüssigkeit vorfindet, ist kein Magensaft vorhanden, oder derselbe ist durch hinabgeschluckten Speichel ꝛc. neutralisirt. Schabt man in solchen Fällen die Oberfläche der Schleimhaut ab, so findet man in der Tiefe die Contenta der Labdrüsen von saurer Reaction. Am leichtesten kann man diese Thatsache im Vormagen der Vögel, wie der Gans, constatiren. Die großen länglichen Drüsensäcke, von welchen man leicht Querschnitte machen kann, enthalten auch in ihren tiefsten Parthieen eine Lackmus röthende Materie. Der Magensaft wird also in saurem Zustande secernirt: die freie Säure ist nicht die Folge der umgesetzten Ingesta, wie Montègre, Schultz u. A. annahmen. So sicher und leicht nachweislich nun auch die saure Natur des Magensaftes ist, so schwierig zu beantworten ist die Frage: welche Säure im Magen vorkomme. Die Meinungen über diesen Gegenstand sind sehr verschieden ausgefallen. Man hielt dieselbe

1. für Salzsäure.

Prout [5]), welcher die ersten zuverlässigen Untersuchungen anstellte, gelangte zu dem Resultate, daß der Magensaft freie Salzsäure enthalte, eine Ansicht, für welche sich später auch Tiedemann und Gmelin [6]), Children [7]), Braconnot, Lassaigne [8]) u. A. aussprachen und die lange Zeit als sicher constatirte Thatsache galt. Die Methode der Nachweisung entspricht indeß nicht allen Anforderungen. Prout verfuhr in folgender Weise. Er verwandte zur Analyse die Magencontenta von Kaninchen und anderen Thieren, zuweilen auch die bei Dyspepsie erbrochenen Substanzen, vermischte dieselben mit Wasser, filtrirte und theilte das Filtrat in drei gleiche Theile.

---

[1]) A. a. O. Bd. I. S. 98. [2]) A. a. O. S. 250.
[3]) Journ. de Chim. méd. 1844. P. 183—189.
[4]) Die saure Beschaffenheit des Magensecrets ist, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, ganz allgemein im Thierreich verbreitet.
[5]) Philosophic. Transact. for the year 1824. p. I. 45.
[6]) A. a. O. S. 150.
[7]) Annals of Philos. Jul. 1824.
[8]) Journ. de Chim. med. 1844. p. 183.

a. Der erste wurde unmittelbar eingeäschert, worauf die Menge des an Natron und Kali gebundenen Chlors durch Fällung mit Salpetersäure gefunden wurde.

b. Den zweiten Theil sättigte er genau mit Kali, verdampfte zur Trockne und bestimmte den Chlorgehalt auf dieselbe Weise. Was diesmal mehr an Chlor gefunden wurde, war der als freie Salzsäure vorhandene Theil.

c. Die dritte Portion wurde mit Kali übersättigt und auf gleiche Weise behandelt. Das hierbei mehr Gefundene wurde als in der Flüssigkeit an Ammoniak gebunden angenommen.

Das Resultat war, daß von 39,6 Theilen Chlor, welche bei der Untersuchung der dritten Portion in einer bestimmten Quantität Magensaft gefunden wurden, 9,5 Thln. mit Kali und Natron, 7,9 Thln. mit Ammoniak und 22,2 Thln. mit Wasserstoff zu Salzsäure verbunden waren. Auf diese Weise berechnete Prout, daß 20 Unzen einer bei Dyspepsie erbrochenen Materie über eine halbe Drachme freie Salzsäure von 1,160 spec. Gewicht enthielt.

Gegen das Prout'sche Verfahren wurde bereits von Tiedemann und Gmelin und von Leuret und Lassaigne Manches eingewandt.

Der von Seiten der französischen Chemiker gemachte Einwurf, nach welchem der Ueberschuß des Silberniederschlags im zweiten Falle nicht auf Rechnung der freien Salzsäure, sondern des beim Einäschern gebildeten Cyankaliums und des kohlensauren Alkalis komme, ist längst von Prout (Ann. of Philos. Nr. 5. Dec. 1826. p. 405) widerlegt worden. Ebenso wenig möchte ich auf den Einwand von Tiedemann und Gmelin Gewicht legen, nach welchem Prout die freie Säure bloß durch Sättigung mit einer Kalilösung von bestimmter Stärke fand, weil die Substanz später eingeäschert, alle organische Säuren also zerstört wurden. Das, was die Angabe von Prout werthlos macht, ist der Umstand, daß beim Erhitzen der ersten Portion Magensaft die freie Milchsäure, welche sich bei der Verdauung der Pflanzenfresser immer bildet, oder auch, wenn man diese in Abrede stellen will, durch jede andere freie Säure, welche weniger flüchtig ist als die Salzsäure, diese aus den Chlorverbindungen ausgetrieben werden muß. Es wird also die Quantität des Silberniederschlages in diesem Falle immer geringer ausfallen, als nach der Sättigung, mag nun die freie Säure Salzsäure oder Phosphorsäure oder Milchsäure rc. sein. Tiedemann und Gmelin fanden einige Male[1]) freie Salzsäure im Destillat der Magenflüssigkeit bei einem Pferde, welchem Quarzkiesel beigebracht waren. Dasselbe beobachtete Braconnot beim Magensafte eines Hundes, welcher mittelst Schwämmen entzogen war. Auch hier gilt derselbe Einwurf. Die Salzsäure, mochte sie frei oder gebunden sein, mußte beim Eindampfen der Flüssigkeit durch etwa vorhandene Milchsäure rc. ausgetrieben werden. Bringt man Kochsalz und freie Milchsäure in einen Kolben und destillirt bis zur Trockene, so geht Salzsäure über[2]). Der Beweis, daß freie Salzsäure im Magen vorkomme, ist also nicht geliefert worden.

2. Essigsäure

wollen Tiedemann und Gmelin einmal bei einem Hunde gefunden haben, dem sie Pfeffer und Butter beigebracht hatten. Sie erschlossen die Gegen-

[1]) Meistens wurde sie von ihnen nicht gefunden.

[2]) C. Schmidt erhielt bei einem solchen Versuche nur Spuren von Salzsäure im Destillat. Es kommt hier darauf an, wie weit die Destillation fortgesetzt wurde.

wart derselben lediglich aus dem Geruche, welchen das durch Zusatz von Bleioxyd zu dem sauren Destillat gebildete Salz von sich gab. Es ist unmöglich, kleine Quantitäten Essigsäure von der Buttersäure, welche hier aller Wahrscheinlichkeit nach vorhanden war, durch den bloßen Geruch zu unterscheiden. Später wurde Essigsäure in reinem Magensaft von Niemandem wieder gefunden. Sie darf also nicht als Bestandtheil desselben angesehen werden.

3. Die Buttersäure.

Diese Säure wurde von Gmelin zwei Mal in dem Magensafte nüchterner Pferde gefunden. Bei demselben Thiere und beim Hammel habe ich sie ebenfalls wahrgenommen[1]). Der Magen war in beiden Fällen leer; aus dem sauren Destillate des Saftes wurde ein Barytsalz dargestellt, welches unverkennbar buttersaure Baryterde war. Die Gegenwart der Buttersäure im Magensaft hat das Auffallende verloren, seit wir wissen, mit welcher Leichtigkeit sich dieselbe aus Milchsäure bildet.

4. Milchsäure.

Für sie vereinigten sich in neuester Zeit die meisten Stimmen und zwar mit vollem Recht. Die Nachweise, auf welche die einzelnen Beobachter ihre Angabe stützen, sind jedoch von sehr ungleichem Werthe. Schon Leuret und Lassaigne gaben an, daß die freie Säure des Magensafts alle Eigenschaften der Milchsäure habe; die Belege blieben sie indeß schuldig. Bernard und Barreswil[2]) schlossen aus ihren, leider wenig beweisenden Versuchen ebenfalls auf die Gegenwart der Milchsäure. Sie gehen nämlich von der durch Pelouze empfohlenen Reaction auf Milchsäure aus, welche darin besteht, daß diese Säure in ihrer Verbindung mit Kupferoxyd die Eigenthümlichkeit besitzt, durch Kalkmilch nicht vollständig von der Base getrennt zu werden. Strecker, Maddrell und Engelhardt haben später dargethan, daß diese Reaction vollkommen unzuverlässig ist.

Lehmann[3]) trat der Sache einen Schritt näher, indem er aus dem Magensaft von Hunden, welche mit Knochen gefüttert waren, ein Talkerdesalz darstellte, welches seiner Zusammensetzung nach genau mit der milchsauren Talkerde übereinstimmt. Dasselbe bestand aus Talkerde 16,66 = 1, organischer Säure 61,90 = 1, Wasser 24,42 = 3 Atomen.

Auch nach dem Genusse von Fleischkost konnte Lehmann auf demselben Wege die Gegenwart der freien Milchsäure im Magensafte darthun. Wir werden weiter unten bei der Verdauung der Knochen nachweisen, daß, auch wenn Thiere ausschließlich mit dieser Substanz gefüttert werden, ein Theil der kohlensauren Kalkerde eine in Alkohol lösliche Verbindung eingeht, welche die Eigenschaften der milchsauren Kalkerde an sich trägt. Die Gegenwart dieser Säure im Magensaft hat überdieß, seit Liebig nachwies, daß dieselbe constant in ungebundenem Zustande in der Fleischflüssigkeit vorkomme, alles Auffallende verloren.

---

[1]) Es ist hier natürlich nur von reinem Magensaft die Rede. Aus den Magencontentis der Pflanzenfresser konnten bei der Destillation immer flüchtige organische Säuren (Essigsäure, Buttersäure und wegen ihrer geringen Menge unbestimmbare Säuren, dem Geruche nach zuweilen Baldriansäure) erhalten werden.

[2]) Compt. rend. Dec. 1844 und Juillet 1845.

[3]) Erdmann und Marchand Journ. Bd. 40. Heft 3. S. 147.

Bevor wir diesen Gegenstand verlassen, müssen wir noch kurz zwei Ansichten berühren, welche in neuester Zeit über die Natur der Magensaftsäure laut wurden. Die erste ist die von Blondlot. Ihr zufolge beruht die saure Reaction des Magensafts nicht auf Vorhandensein einer freien Säure, sondern sie rührt von saurer phosphorsaurer Kalkerde her. Blondlot suchte dies hauptsächlich dadurch zu beweisen, daß der Magensaft keine kohlensaure Kalkerde auflöse. Lassaigne[1]), Melsens und Dumas[2]) ꝛc. haben diese Angabe hinreichend widerlegt, so daß wir auf sie nicht weiter einzugehen brauchen.

Die zweite ist die von C. Schmidt[3]). Nach ihr soll im Magensaft eine der Holzschwefelsäure analoge complexe Säure, die sg. Chlorpepsinwasserstoffsäure vorkommen. Wir können diese geistreich durchgeführte Idee erst weiter unten ausführlicher berücksichtigen.

Als eine dem Magensaft der Vögel eigenthümliche Säure wurde von älteren Physiologen die Fluorwasserstoffsäure aufgeführt. Treviranus[4]) vermuthete die Gegenwart derselben nach einer Angabe von Brugnatelli (Crell's Ann. 1787. I. S. 230), daß Bergkrystall und Achat, in Röhren eingeschlossen, bei zehntägigem Verweilen im Magen von Hühnern deutlich angegriffen werde und 12 bis 14 Gran an Gewicht verliere. Treviranus beobachtete Aehnliches an einer Porcellanschale, in welcher Chymus von Hühnern aufbewahrt war. Tiedemann und Gmelin[5]) digerirten Magensaft von Enten in einem Platintiegel, welcher mit einer von Wachs überzogenen und radirten Glasplatte bedeckt war. Sie fanden keine Aetzung. Das Wasserextract der Labdrüsen von drei Gänsemägen in gleicher Weise behandelt, zeigte mir ebenfalls keine Einwirkung auf Glas. Auch Lehmann[6]) gelangte zu negativen Resultaten. Die Anwesenheit der Fluorwasserstoffsäure im Magen einiger Vögel wird hiernach in hohem Grade zweifelhaft.

Organische Bestandtheile des Labsaftes, das Magenferment.

Aufgelöste organische Materien finden sich im Labsaft nur in sehr geringer Menge. Dennoch verdienen sie unsere Beachtung in hohem Grade, weil sie für die functionelle Thätigkeit des Magens von hervorstechender Wichtigkeit sind. Außer einer kleinen Quantität Schleimstoff, welche der Flüssigkeit eine bald mehr, bald minder starke klebrige Beschaffenheit verleiht, bestehen sie aus extractartigen, ihrer chemischen Constitution nach unbekannten Substanzen, welche erst in neuerer Zeit als die materiellen Substrate des dem Magensaft eigenthümlichen Lösungs- und Umwandlungsvermögens erkannt und gewürdigt wurden.

Tiedemann und Gmelin, welche das reine Magensecret zuerst untersuchten, führen außer Schleim noch Speichelstoff und Osmazom auf, von welchem der erste in Wasser löslich und durch Gerbsäure, sowie durch Blei- und Quecksilbersalze fällbar sei, während das letztere mit dem Alkoholextracte

[1]) Journ. de Chim. méd. Fevr. 1844.
[2]) Comptes rendus 1844. II. p. 1289. Vergl. außerdem weiter unten das von mir über die Verdauung der Knochen Mitgetheilte.
[3]) Annal. der Chemie und Pharm. Bd. 61. S. 311.
[4]) Dessen Biologie. Bd. IV. S. 362.
[5]) A. a. O. Bd. II. S. 139.
[6]) Physiolog Chemie. Bd. I. S. 128.

des Fleisches übereinkomme. Zu ähnlichen unfruchtbaren Resultaten gelangte Braconnot, welcher außerdem noch eine scharfe ölartige Substanz mit Aether extrahirte. Eberle war der erste, welcher 1834 Beobachtungen veröffentlichte, die auf die Bedeutung dieser organischen Materien des Magensafts, und somit auf die ganze Lehre der Magenverdauung ein neues Licht warfen. Er fand nämlich, daß verdünnte Säuren, wie sie im Secrete des Magens vorkommen, nur dann die Nahrungsstoffe in einer der natürlichen Chymification entsprechenden Weise lösen, wenn Stückchen der Schleimhaut des Magens oder eines andern Organs zugesetzt werden. Es war hiermit die Grundlage für eine neue Art der Erforschung des Verdauungsprocesses gelegt, welche eine Reihe von Jahren hindurch die namhaftesten Physiologen beschäftigte und in mehr als einer Beziehung fruchtbringend wurde. Schwann[1]) war es zunächst, welcher die Eberle'sche Entdeckung der künstlichen Verdauung schärfer auffaßte und erweiterte. Die Angabe Eberle's, daß jede Schleimhaut geeignet sei, verdünnten Säuren chymificirende Kräfte zu ertheilen, wies er zurück, indem er darthat, daß nur in der Drüsenhaut des Magens ein solches organisches Princip vorkomme. Die genauere Kenntniß der organischen Bestandtheile des Magensafts hatte von nun an ein ungleich höheres Interesse gewonnen. Die nächste Aufgabe war, diesen Bestandtheil des Magensafts zu isoliren und seine chemische Constitution festzustellen. Schwann verfuhr zu dem Ende in folgender Weise. Er versetzte das wässerige Extract der Magenschleimhaut zur Entfernung des Eiweißes mit Kaliumeisencyanür, filtrirte, neutralisirte mit kohlensaurem Kali und fällte die Lösung mit Quecksilberchlorid. Der Niederschlag, welcher Osmazom und das eigenthümliche organische Princip des Magensafts, das Pepsin, enthalten sollte, wurde mit verdünnter Salzsäure vermischt und durch Schwefelwasserstoff vom Quecksilber befreit. Die Lösung besaß kräftige digestive Eigenschaften.

Wasmann[2]) schlug einen ähnlichen Weg ein. Er fällte den künstlichen Magensaft mit essigsaurem Bleioxyd, zersetzte den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff, filtrirte, dampfte bei 35° vorsichtig zur Syrupsconsistenz ein und fällte mit absolutem Alkohol. Der weiße Niederschlag sollte das reine Pepsin sein. $1/_{60000}$ desselben in angesäuertem Wasser aufgelöst, verdaute geronnenes Eiweiß in 6 bis 8 Stunden. Die alkoholische Lösung hinterließ beim Verdunsten eine gelbbraune Substanz mit den Eigenschaften des Osmazoms, ohne alle verdauende Wirkung.

Das von Wasmann dargestellte Pepsin hat folgende Eigenschaften. Es ist leicht löslich im Wasser und reagirt sauer. Die Säure hängt ihr fest an und wird beim Fällen der organischen Substanz nicht vollständig von ihr getrennt. Erwärmt giebt sie Essigsäure ab. Die saure Lösung des Pepsins wird durch Kaliumeisencyanür nicht verändert, durch die meisten Metallsalze wird sie gefällt, ebenso von Alkohol und von concentrirten Mineralsäuren. Mit kohlensaurem Alkali neutralisirt, läßt die Lösung Flöckchen fallen, besonders beim Erwärmen; die Flöckchen sind im Wasser unlöslich, durch Säuren werden sie allmählig gelöst und äußern dann schwache verdauende Wirkungen. Beim Verbrennen hinterläßt das Pepsin eine alkalische Asche, in welcher Wasmann Kohlensäure und Phosphorsäure, gebunden an Natron, Kalkerde und Spuren von Eisen nachwies.

---

[1]) Müller's Archiv 1836. S. 68.

[2]) De digestione nonnulla. Berolini 1839.

Alle diese Versuche, nebst denen, welche später von Valentin, Pappenheim u. A. angestellt wurden, sind nicht geeignet, uns über die chemische Natur des Magenferments sichern und genügenden Aufschluß zu geben. Auch abgesehen davon, daß wir gar nicht wissen, ob jenes Pepsin das Magenferment im isolirten Zustande ist, oder ein Gemenge mehrerer organischer Materien, kann nicht einmal das von den Autoren angegebene Verhalten gegen Reagentien als Norm für den Magensaft gelten, weil ein großer Theil auf Rechnung der dem künstlichen Magensaft beigemengten fremden Stoffe kommt. Das von ihnen untersuchte Material war weit entfernt, dem Magensafte zu entsprechen, wenngleich ihr peptische Eigenschaften zukamen. Bei der Extraction der Drüsenhaut des Magens mit Wasser geht immer eine ansehnliche Menge fremdartiger Beimengungen in das Wasser über; es gehört dahin vor Allem Eiweiß, welches ich fast constant bei allen Verfahrungsarten, die man zur Bereitung des künstlichen Magensaftes empfohlen hat, in bald größerer, bald geringerer Menge vorfand; außerdem Extractivstoffe, wie sie in jedem organischen Gebilde nachweislich sind. Es ist daher kein Wunder, wenn die meisten Beobachter die Aehnlichkeit des Pepsins mit den eiweißartigen Verbindungen hervorheben[1]), welche dem reinen Magensaft nicht zukommt; wenn ferner je nach der Art der Extraction der Magenschleimhaut ein verschiedenes Verhalten gegen Reagentien wahrgenommen wurde. Will man sich zuverlässig über die Natur der organischen Bestandtheile des Labsaftes unterrichten, so ist man genöthigt, das Secret, welches der Magen während des Lebens liefert, zu sammeln. Hierbei ist die Beimengung kleiner Quantitäten von Speichel schwer zu vermeiden[2]). Die Resultate sind jedoch jedenfalls reiner, als die durch Untersuchung des Schleimhautextracts erhaltenen. Sie weichen von diesen in mehr als einer Beziehung ab. Der wahre Labsaft zeigt folgendes Verhalten:

Durch Siedhitze wird er nicht getrübt, er verändert sich anscheinend in keiner Weise, hat aber seine verdauende Kraft vollständig und für immer eingebüßt. Die saure Flüssigkeit wird von Kaliumeisencyanür nicht getrübt.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenchlorid, Alaun entsteht keine Fällung.

Concentrirte Mineralsäuren bewirken keine Trübung. Kohlensaure Alkalien erzeugen einen leichten Niederschlag, welcher hauptsächlich aus Kalksalzen besteht, die einen Theil der organischen Materie mit niederreißen. Das Filtrat, von neuem angesäuert, hat noch verdauende Eigenschaften.

Durch Quecksilberchlorid entsteht ein Präcipitat; das Verdauungsprincip wird indeß nicht vollständig gefällt, wie Versuche mit dem Filtrate beweisen.

Salpetersaures Silberoxyd fällt Chlorsilber und einen Theil der organischen Materie.

Auf Zusatz von Bleisalzen bilden sich Niederschläge von Chlorblei, mit welchem der größere Theil des Verdauungsferments niederfällt. Durch Auswaschen des Niederschlages läßt es sich jedoch größtentheils wieder gewinnen.

---

[1]) Nach Wasmann wird Pepsin beim Kochen niedergeschlagen. Valentin sah es auf Zusatz von Kaliumeisencyanür aus der saur n Lösung gefällt werden. Aehnliche Beobachtungen theilen Pappenheim, Buchheim u. A. mit.

[2]) Man kann zu dem Ende die Magenfistel benutzen oder die Thiere, nachdem man ihnen im nüchternen Zustande unverdauliche Stoffe: Kieselsteine, Pfefferkörner, ausgekochtes Hollundermark u. s. w. beigebracht hat, tödten. Ich habe beide Methoden versucht, konnte aber bei Hunden in der Regel nur 3 — 5 Grm., selten 8 — 9 Grm. reinen Magensaftes erhalten.

Alkohol erzeugt ein weißes Präcipitat, welches sich langsam in Wasser wieder löst und nach Zusatz einiger Tropfen verdünnter Salzsäure kräftig verdauend wirkt. Wird indeß ein großer Ueberschuß von Alkohol angewandt, so büßt die Substanz ihre digestiven Eigenschaften für immer ein.

Ueber die elementare Zusammensetzung und die chemische Constitution des organischen Substrats im Magensafte wissen wir sehr wenig. In der durch Alkohol fällbaren Masse kann man Stickstoff und Schwefel nachweisen. Von Elementaranalysen läßt sich nichts erwarten, weil wir für die Reinheit der Substanz keinerlei Bürgschaft haben. Außerdem tritt hierbei noch ein anderer Umstand uns hindernd in den Weg. Wir werden in der Folge sehen, daß das Verhalten des Magensafts zu anderen organischen Stoffen uns berechtigt, das wirksame Agens desselben in einem Fermentkörper zu suchen, welcher wie andere seinesgleichen, wie die Synaptase, Diastase, Pectase &c., nicht nach den Gesetzen der Affinität, sondern durch stetigen Umsatz seiner Elemente wirkt. Dieselbe Schwierigkeit, welche die Feststellung der chemischen Constitution jener Fermente des Pflanzenreichs, die uns in beliebiger Menge jeder Zeit zu Gebote stehen, bisher verhinderte, wird vorerst noch alle Versuche mit dem nur mühsam in kleinen Quantitäten und in zweifelhafter Reinheit zu gewinnenden Magenferment resultatlos bleiben lassen[1].

Außer den eben berührten organischen Materien enthält der Labsaft constant geringe Mengen eines butterartigen Fettes.

Anorganische Bestandtheile des Labsaftes.

Die Salze des Labsaftes bestehen hauptsächlich aus Chlormetallen, Chlornatrium und Chlorkalium, von welchen das letztere den kleineren Theil ausmacht. Außerdem fand ich in der Asche geringe Quantitäten von schwefelsaurem und Spuren von zweibasisch phosphorsaurem Alkali. Das letztere wurde von Tiedemann und Gmelin[2], von Leuret und Lassaigne, sowie von Braconnot nicht beobachtet. Der im Wasser nicht lösliche Theil der Asche besteht aus kohlensaurer nebst phosphorsaurer Kalkerde und Eisenoxyd. Tiedemann und Gmelin fanden im Magensaft von Pferden, Braconnot in dem von Hunden außerdem noch Chlorcalcium und Chlormagnesium, welche indessen beide nicht als constante Bestandtheile dieser Flüssigkeit betrachtet werden dürfen.

In Bezug auf die relativen Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandtheile kommen die von mir erhaltenen Resultate nahezu mit denen von Gmelin überein. Dieser fand im Magensaft eines Pferdes:

Wasser	98,10
feste Bestandtheile .	1,60
organ. Materie . .	1,05
lösliche Salze . .	0,50
unlösliche	0,05

Bei demselben Thiere erhielt ich:

Wasser	98,28
feste Bestandtheile .	1,72

[1] Die Elementaranalyse, welche Aug. Vogel (Münchener Gelehrte Anz., 5. Mai 1842) vom sg. Pepsin des Schweinsmagens mittheilte, ist daher als werthlos zu betrachten. Er fand C 57,71, H 5,66, N 21,08, O 16,06 Proc.

[2] A. a. O. Bd. I. S. 152.

In Wasser lösliche Fermentkörper . .	0,90
Alkoholextract . .	0,08
Fett	Spuren
Chlormetalle nebst schwefelsaurem Alkali	0,64
Kalksalze und Eisen .	0,10.

Im Labsaft eines Hundes war das Verhältniß etwas anders. Dieser bestand aus:

Wasser	98,85
festen Bestandtheilen	1,15
Organ. Materie . .	0,72
Asche	0,43.

Ueber das relative Verhältniß der Labzellen zum Labsafte sind nur annähernde Angaben möglich. Die Formbestandtheile treten zu Anfang der Verdauung in größter Menge hervor, später erhält die Absonderung des Labsaftes das Uebergewicht. In den Labdrüsen der Gans bestand der Inhalt, welcher, wenn die Thiere eine Zeitlang gefastet haben, schon bei leichtem Druck herausquillt, aus:

Wasser	88,35
festen Bestandtheilen	11,65
Fett nebst Cholesterin	1,64
Zellensubstanz . .	7,87
Gelöste organische Stoffe	1,40
Salze	0,74
	100,00.

Ueber die Bedingungen der Magensaftsecretion.

Die meisten älteren Forscher, zu denen auch noch Réaumur und Spallanzani gehörten, waren der Meinung, daß der Magensaft stetig secernirt werde, daß er also nach langer Abstinenz in größter Menge vorhanden sei. Spätere Untersuchungen erwiesen das Gegentheil; die Beobachter kommen sämmtlich darin überein, daß der nüchterne Magen kaum Spuren eines Secrets enthalte. Tiedemann und Gmelin, sowie Leuret und Lassaigne fanden dies bei allen von ihnen untersuchten Thieren, Beaumont bestätigte es für den Menschen. St. Martin's Fistel lieferte im nüchternen Zustande seines Inhabers keinen Saft. Meine eigenen Erfahrungen an Thieren mit oder ohne Magenfistel lehren dasselbe: es floß weder Labsaft aus, noch fanden sich auf der Schleimhaut die Zellen in irgend beträchtlicher Anzahl. Die innere Auskleidung des Magens erscheint blaß und ist von einem dünnen zähen Ueberzuge bedeckt; die Cylinderepithelien sind sehr vollständig vorhanden. Die Reaction der Oberfläche der Schleimhaut ist in solchen Fällen bald schwach sauer, bald neutral, bald endlich alkalisch. Das letztere Verhalten ist Folge des hinabgeschluckten Speichels. Der Magen selbst liefert im gesunden Zustande niemals ein alkalisches oder neutrales Absonderungsproduct.

Zur Bethätigung der Labsecretion bedarf es der Incitamente, welche die Magenwandungen direct treffen. Künstlich angebrachte mechanische Reize, wie Steinchen, Fischbeinstäbchen ꝛc., durch die Fistelöffnung eingeführt, vermehren die Absonderung nur in geringem Maaße. So lange die Thiere nüchtern waren, konnte ich bei Hunden nur sehr kleine Quantitäten, höchstens 3 bis 4 Grm. schleimiger Flüssigkeit erhalten. Nach dem Einbringen von Quarzkiesel, Kalksteinen u. s. w. fanden Tiedemann und Gmelin[1]) kaum 10 Grm. zähen Secrets im Magen von Hunden. Beaumont konnte mittelst einer elastischen Sonde aus dem nüchternen Magen St. Martin's nur mit Mühe 50 bis 60 Grm. Saft gewinnen und auch dies nicht immer.

Stärker schon läßt sich die Secretion der Magenschleimhaut durch chemische Reizmittel bethätigen. Auf schwache Gaben von Calomel sah Beaumont aus der Fistelöffnung stoßweise schleimige Flüssigkeit hervortreten. Aehnliches beobachtete Blondlot[2]) nach Anwendung von Jalappe, Aloe und anderen drastischen Medicamenten. Sehr auffallend ist die Wirkung des in Pulverform in den Magen gebrachten Kochsalzes. Bardeleben[3]), welcher hierüber zuerst Beobachtungen mittheilte, sah alle Theile der Schleimhaut, welche direct mit dem Salze in Berührung kamen, eine sehr profuse Menge farblosen Schleims secerniren, welcher zuweilen alkalisch reagirte. Der Magen contrahirte sich lebhaft, das Thier wurde unruhig, verschluckte vielen Speichel und fing an, sich zu erbrechen. Dieser Erfolg trat schon ein, wenn 3 Grm. Kochsalzpulver durch die Fistelöffnung eingeführt wurden, während 15 Grm. in einer concentrirten Lösung angewandt, weit gelinder wirkten. Die auf dem hiesigen physiologischen Institute angestellten Versuche führten zu ähnlichen Resultaten. Der Hund, dem durch die Magenfistel $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grm. getrocknetes Kochsalz eingebracht war, wurde nach 10 Minuten sehr unruhig, schäumte mit dem Munde und würgte, ohne sich zu erbrechen. Aus der Fistelöffnung floß eine ansehnliche Menge schwach saurer Flüssigkeit, die Magenwandungen contrahirten sich lebhaft, die Schleimhaut war intensiv geröthet.

Gestoßener Pfeffer vermehrte ebenfalls die Secretion, jedoch in weit geringerem Maaße; Speichelfluß trat nicht ein. In ähnlicher Weise wirkte Injection von Spiritus mit 40 bis 50 Proc. Alkohol. Die Schleimhaut nahm eine rosenrothe Farbe an; die Secretion schien, soweit man in solchen Fällen nach dem Augenschein urtheilen kann, lebhafter von Statten zu gehen.

Blondlot[4]) rechnet zu denjenigen Stoffen, welche die Magensaftsecretion lebhaft beschleunigen, vor allen die kohlensauren Alkalien und Erden; er stellt dieselben daher zu den verdauungsbefördernden Mitteln. Thatsache ist, daß wenn mäßige Quantitäten kohlensaurer Salze in den Magen gebracht werden, das Secret sehr bald wieder auf freie Säure reagirt, was ohne raschen Ersatz der neutralisirten Menge von Magensaft nicht möglich wäre. Wie leicht indeß größere und fortgesetzte Gaben von Alkali Verdauungsbeschwerden erzeugen, lehrt die tägliche ärztliche Erfahrung.

Viel stärker als durch die erwähnten mechanischen und chemischen Reizmittel wird durch Einführung von Nahrungsmitteln die Thätigkeit der Labdrüsen angeregt. Sobald die letzteren in den Magen treten, verwandelt sich die blasse Farbe der Schleimhaut in eine rosenrothe, welche allmählich in

---

1) A. a. O. Bd. I. S. 92 und 99.
2) l. c. p. 213.
3) Archiv. génér. de Méd. Dec. 1847. p. 554.
4) l. c. p. 219.

eine gesättigt rothe übergeht; gleichzeitig wulstet sich ihr Gewebe auf, wird sammtartig turgescirend[1]). Die Secretion geht jetzt energisch von Statten; die peristaltische Bewegung, von der Cardia langsam zum Pylorus fortschreitend, stellt sich ein. Man kann alle diese Erscheinungen durch Magenfisteln, welche etwas weiter als gewöhnlich angelegt sind, mit Leichtigkeit verfolgen. Ein tropfenweises Hervortreten des Labsaftes, welches Beaumont beschreibt, habe ich indeß niemals wahrnehmen können, auch dann nicht, wenn ich vorgefallene Theile der Magenschleimhaut mit der Loupe betrachtete. Die Thatsache, daß die Magenthätigkeit viel mehr durch Speisen, als durch irgend ein anderes Reizmittel belebt wird, hat zur Annahme einer specifiken Reizbarkeit dieses Organs Veranlassung gegeben. Die Erscheinung erklärt sich, wie mir scheint, hinreichend aus der allseitigen Berührung, welche die Magenwände bei der Anfüllung mit Speisen erfahren, im Gegensatze zu den mechanischen und chemischen Reizen, die in der Regel nur einzelne Stellen treffen.

Ueber die Quantität des in einem bestimmten Zeitraume secernirten Magensaftes sind keine genaueren Angaben möglich. Im Allgemeinen entspricht sie der Menge und der Verdaulichkeit der Ingesta. Consistente und schwer lösliche Substanzen, wie rohes Fleisch, Knochen, Sehnen rc., vermitteln, wie man sich leicht bei Thieren mit Magenfisteln überzeugen kann, eine weit profusere Absonderung als weiche, leichter zu verdauende Nutrimente. Quantitätsbestimmungen, wenn auch nur von approximativem Werthe, lassen sich indeß hier nicht ausführen.

Die Störungen der Magensaftsecretion und die Momente, welche dieselben vermitteln, bilden leider ein noch wenig betretenes Gebiet der Forschung. Ueber die pathologischen Veränderungen, welche die Zusammensetzung des Magensecrets erleiden kann, fehlen alle directen Beobachtungen. Es ist auch wenig Hoffnung vorhanden, diesen für die Pathologie der Verdauungskrankheiten so wichtigen Gegenstand in nächster Zeit erledigt zu sehen, weil der Beschaffung des Materials beim Menschen unüberwindliche Hindernisse entgegenstehen. Es bleiben hier nur zwei Wege übrig, welche dem Ziele näher führen können. Der erste besteht darin, die Abnormitäten zu studiren, welche die Umsetzungsprocesse der Ingesta unter krankhaften Verhältnissen darbieten. Man hat hierzu in der Untersuchung der spontan oder nach Darreichung von Emeticis erbrochenen Massen eine häufige, bisher leider wenig benutzte Gelegenheit. Wir werden weiter unten bei der Beschreibung der Verdauung der einzelnen Nahrungsstoffe die pathologischen Veränderungen jener Umsetzungsprocesse, soweit sie bis jetzt erkannt wurden, kurz berühren. Der zweite Weg, welcher Aufklärung über Störungen der Magensaftbereitung verspricht, ist die sorgfältige Beachtung des pathologisch-anatomischen Verhaltens der Magenschleimhaut.

Beaumont[2]) hat hierüber interessante Mittheilungen gemacht. In fieberhaften Zuständen bot die Magenschleimhaut St. Martin's dem beobachtenden Auge ein sehr verschiedenartiges Aussehen: sie erschien bald roth und trocken, bald blaß und feucht; die Secretion wurde sehr vermindert oder

---

[1]) Am deutlichsten wahrnehmbar ist dies bei Thieren, deren Magen nicht vollständig mit Contentis ausgefüllt ist. Ueberall, wo die Schleimhaut von Speisen berührt wird, erscheint sie geröthet und turgescirend, über das Niveau ihrer Umgebung hervorragend.

[2]) Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft. Aus dem Englischen von Luden, 1834. S. 72.

gänzlich eingestellt. In einzelnen Fällen zeigten sich auf der Magenhaut pockenähnliche Eruptionen, welche zuerst spitz und roth waren, später sich mit weißer eitriger Materie füllten (lenticuläre Drüsen?). In anderen traten rothe, unregelmäßig begrenzte Flecke von ½ bis 1½ Zoll im Umfange hervor, kleine, sich nach und nach abstoßende Krusten ließen sich hie und da sehen. Magensaft konnte in fieberhaften Zuständen nicht gewonnen werden, auch dann nicht, wenn Speisen eingeführt wurden. Die letzteren blieben unter solchen Umständen 24 bis 48 Stunden unverdaut zurück; von Getränken war dagegen nach 10 Minuten nichts mehr vorhanden. Man hat seit alter Zeit die Meinung festgehalten, daß die Magenschleimhaut sich in einem ähnlichen Zustande befinde, wie die Zunge; in den Beaumont'schen Beobachtungen glaubte man hierfür Belege erhalten zu haben. Die Analogie ist in diesem Falle viel zu weit ausgedehnt. Ein Ueberzug auf der Magenschleimhaut, wie wir ihn auf der Zunge sehen, kommt niemals vor. In den Leichen derer, welche an fieberhaften Krankheiten, sowie am Typhus ꝛc. starben, wo die Zunge mit einem mehr oder minder dicken, graugelben oder braunen Belege bedeckt erscheint, läßt die Magenschleimhaut meistens auch bei der genauesten mikroskopischen Untersuchung keine Abnormität wahrnehmen; die Cylinderepithelien sind in der Regel vollständig vorhanden, die Labdrüsen und ihr Inhalt zeigen sich von normaler Beschaffenheit. Nur ausnahmsweise fand ich bei chronischen Dyspepsien einen grauen schleimigen Beleg der Magenauskleidung, welcher fest anklebte und eine Dicke von 1 bis 2''' erreichte. Im Allgemeinen geben die feineren anatomischen Verhältnisse der Magenschleimhaut wenig Anhaltspunkte für die gestörte Function.

Ob allgemeine Dyskrasien einen modificirenden Einfluß auf die Secretion des Labsaftes ausüben können, ist eine Frage, für deren Beantwortung wir wenig zuverlässiges Material besitzen. Daß fremdartige, im Blute zurückgehaltene Stoffe in den Magensaft übergehen können, beweisen die Harnmetastasen, bei welchen Harnstoff theils in unveränderter Form, theils als kohlensaures Amnoniak durch Erbrechen entleert wird[1]). (Mitscherlich, Tiedemann und Gmelin, Bernard und Barreswil.)

Von großem Einfluß auf die Secretion des Magensaftes ist das Nervensystem. Es beweisen dies nicht allein die Störungen, welche der Digestionsproceß durch Gemüthsaffecte ꝛc. erleidet, sowie manche Formen von Dyspepsieen, welche in engem Connex mit neuralgischen Zufällen stehen, als vor allem die Durchschneidungen des zehnten Nervenpaars, denen wir weiter unten einen besonderen Abschnitt widmen werden.

Es möge hier endlich noch einigen Bemerkungen über die krankhaft vermehrte Secretion des Magensafts, über welche die pathologischen Handbücher viel zu berichten wissen, ein kleiner Raum gegönnt werden. Man betrachtet als solche die Ausleerung einer mehr oder minder klaren wässerigen Flüssigkeit, welche besonders im nüchternen Zustande bei manchen Formen von Magenkrankheiten, wie beim chronischen Katarrh der Säufer, beim Ulcus simplex perforans, beim Magenkrebs ꝛc. beobachtet wird, sich außerdem zu Leiden des Pankreas und anderer, mit dem Magen in nahem Connex stehenden Organen nicht selten hinzugesellt. Diese Flüssigkeit, von welcher bisher keine über ihren Ursprung mit Sicherheit entscheidende Analyse bekannt wurde,

---

[1]) Die Angabe von Stark (allgemeine Pathol. Leipzig, S. 848), nach welcher auch Harnsäure bei Arthritis ꝛc. vorkomme, bedarf gar sehr der Bestätigung.

konnte von uns[1]) wiederholt untersucht werden. Ihre Eigenschaften waren nicht immer dieselben. Sie reagirte bald sauer, bald neutral, bald endlich und zwar am häufigsten alkalisch (sg. alkalische Indigestion). Auch Wright und Golding Bird beobachteten in den meisten Fällen die Lackmus bläuende Beschaffenheit. Das specifische Gewicht schwankte von 1004 bis 1007. Das Fluidum erschien selten vollkommen klar; meistens enthielt es aus Epithelialzellen, Fetttröpfchen ꝛc. bestehende Flocken suspendirt, welche sich bei längerem Stehen allmählig absetzten. Die Quantität des festen Rückstandes betrug 4,72, 5,19, 6,88 p. m. Siedhitze bewirkte eine geringe Abscheidung von Eiweiß; Alkohol, in Ueberschuß zugesetzt, schlug eine weiße flockige Substanz nieder, welche Stärkekleister rasch in Zucker umsetzte. Immer enthielt die Flüssigkeit eine ansehnliche Menge von Rhodanverbindungen. Zur Trockene gebracht und mit Alkohol extrahirt, gab sie Lösungen ab, welche, wenn sie eingeengt waren, auf Zusatz von Eisenchlorid sich dunkel blutroth färbten. Das ganze Verhalten der pyrotischen Flüssigkeit, ihre Reaction, ihre Einwirkung auf Amylum, ihr specifisches Gewicht, die Menge ihres festen Rückstandes, vor Allem aber ihr Reichthum an Schwefelcyanverbindungen, beweist mit Bestimmtheit, daß sie ihren Ursprung aus den Speicheldrüsen und nicht aus dem Magen nimmt. Es ist schon oben erörtert worden, in welch' naher Beziehung beide Organe stehen, wie Reizung des Magens durch Kochsalz, durch Speisen oder mechanische Incitamente vermehrte Speichelabsonderung zur Folge hat; es begreift sich daher leicht, daß auch pathologische Irritationen dieses Organs durch chronische Geschwüre, Katarrh, Pseudoplasmen ꝛc. in gleicher Weise die Thätigkeit der Salivaldrüsen steigern kann[2]). Der im nüchternen Zustande, namentlich des Nachts, nach und nach verschluckte Speichel wird am Morgen als vomitus matutinus ausgeleert, weil der Mangel von Ingestis keine Verwendung desselben gestattet.

Die Massae herbaceae, welche bei entzündlichen Processen im Unterleibe ausgebrochen werden, enthalten als wesentlichen Bestandtheil Galle, dessen Farbstoff durch die freie Säure des Magensafts jenes bekannte lauchgrüne Aussehen erhält. Die Reaction dieser Flüssigkeit war sauer, ihr specifisches Gewicht betrug 1005. Auf Zusatz von Salpetersäure stellte sich der für Cholepyrrhin charakteristische Farbenwechsel ein. Die Flocken, welche in dem grasgrünen Liquidum schwammen, bestanden aus Fetttropfen, amorphem Schleim, Cylinder- und Pflasterepithelien.

Die bei der Cholera ausgebrochene Flüssigkeit wurde in neuester Zeit genauer von A. Taylor[3]) untersucht. Sie sah wie schmutziges Wasser aus, reagirte schwach sauer und hatte ein specifisches Gewicht von 1012. Sie enthielt eine unbestimmte organische Materie Kochsalz und schwefelsaures Natron. Eiweiß war nicht vorhanden. In welcher Beziehung diese Flüssigkeit zum Magensaft steht, läßt sich nicht entscheiden.

Ueber die Wirkungsweise des Magensafts im Allgemeinen. Die Theorie der Magenverdauung.

Das Secret des Labmagens äußert bei seinem Zusammentreffen mit den Ingestis eine bestimmte Reihe von Wirkungen, welche wir unter dem Namen

[1]) Theils von mir, theils von Stud. Schrader, einem meiner tüchtigsten Zuhörer.
[2]) Wahrer Speichelfluß wurde bei chronischem Magenkatarrh mit Geschwürbildung von uns abwechselnd mit dem Wasserkolk gesehen.
[3]) Chem. Gaz. 1849. p. 95.

der Magenverdauung zusammenfassen. Ueber ihr Zustandekommen hat man, wie bereits in der Einleitung angedeutet wurde, sehr verschiedenartige Theorieen aufgestellt. Die meisten derselben, namentlich diejenigen, welche aus älteren Zeiten her datiren, ermangeln gänzlich der thatsächlichen Begründung und fielen von selbst, sobald man anfing, wirkliche Beobachtungen zu machen; andere, welche zu unbestimmt formulirt waren, um einer Bestätigung oder Widerlegung fähig zu sein, wie die Annahme einer Assimilation, Animalisation, Vitalisirung der Nutrimente im Magen, haben sich bis auf unsere Tage fortgeschleppt [1]). Die Forscher der neueren Zeit, welche ihre Ansichten auf Beobachtungen stützen, sind dahin übereingekommen, daß das Endresultat der Magenverdauung in der Auflösung [2]) der Nahrungsstoffe besteht. Schon Réaumur, Spallanzani und John Hunter waren zu dieser Ueberzeugung gekommen, für welche erst später von Tiedemann und Gmelin, sowie von Leuret und Lassaigne durchgreifende Belege geliefert wurden. Die Frage ist nur die, auf welche Weise bringt der Magensaft diese Wirkung zu Stande, welche bei den schwachen Affinitätskräften, die dieser Flüssigkeit innewohnen, vom chemischen Standpunkte aus räthselhaft erscheinen muß. Von vorne herein können wir dem Magensaft nur das Lösungsvermögen einer sehr verdünnten Säure zuschreiben. Dieses ist ausreichend, Stoffe, die im Wasser leicht löslich sind, wie die Alkalien, den Zucker ꝛc., ferner die mit Säuren lösliche Verbindungen eingehenden Kalksalze, das Eisen ꝛc., zum Uebertritt ins Gefäßsystem geschickt zu machen. Die Schwierigkeit, welche aufzuklären ist, bleibt nur die, wie und wodurch vermag der Magensaft auf Substanzen einzuwirken, welche verdünnten Säuren widerstehen; es gehören dahin die fetten Körper, manche Kohlehydrate und vor Allen das geronnene Eiweiß. Daß coagulirte eiweißartige Stoffe (die Fette und Kohlehydrate können wir außer Acht lassen, weil zu ihrer Verdauung das Magensecret nichts beiträgt) durch Säuren von der Concentration, wie sie der Labsaft enthält, nicht in einer zur Erklärung des Chymificationsprocesses ausreichenden Weise angegriffen werden, wird von den meisten Beobachtern zugestanden und läßt sich leicht durch einen Versuch [3]) beweisen. Die älteren und neueren Autoren, welche demungeachtet in der freien Säure das lösende Agens des Magensafts anerkannten, wie Tiedemann und Gmelin, Beaumont u. A., lassen daher das Wesentliche der Magenverdauung unerklärt, was auch ihrer Zeit Chemiker ersten Ranges, wie Fourcroy und Berzelius, offen aussprachen. Die ersten Schritte zur Beseitigung dieser Unklarheit thaten Eberle und Schwann, indem sie die Theilnahme

---

[1]) Noch Prout (a. a. O. S. 493) schreibt dem Magen »the power of organizing and vitalizing the different alimentary substances« zu. Nach Eberle sollte Leim sich zum Theil in Eiweiß umwandeln. Andere meinten, Albumin verwandele sich in Leim, stickstofflose Substanzen würden durch Aufnahme von Stickstoff animalisirt ꝛc.

[2]) Blondlot (a. a. O. S. 352) spricht die Meinung aus, daß die Verdauung der eiweißartigen Verbindungen keine eigentliche Lösung, sondern nur eine feine Vertheilung sei. Die feinen Partikelchen sollen durch Oeffnungen der Chylusgefäße aspirirt werden. Eine ähnliche Ansicht stellt Dumas auf in seinem Essai de statistique chimique des corps organisées, p. 40. Auch H. Hoffmann behauptet dasselbe. Es bleibt bei künstlichen Verdauungsversuchen mit geronnenem Eiweiß allerdings gewöhnlich ein aus feinen, $^1/_{500}$ — $^1/_{1000}$''' großen Molekulen bestehender Satz übrig, allein der größere Theil wird vollständig gelöst. Bei fortgesetzter Digestion verschwinden diese Partikeln immer mehr. Das Resultat der Verdauung ist also eine wahre Lösung.

[3]) Eiweißwürfel können Wochen lang in schwachen Säuren bei 48° C. digerirt werden, ohne sich zu lösen.

der organischen Materie an dem Auflösungsacte darthaten. Weiter nachzuweisen blieb jetzt: wie verhalten sich Säure und organische Substanz zu einander, in welcher Weise combiniren sich beide. Ohne Säure hat der Magensaft keine Wirkung. Neutralisirt man die Verdauungsflüssigkeit, so wird geronnenes Eiweiß von ihr in keiner Weise verändert, auch dann nicht mehr, wenn noch schwach saure Reaction vorhanden ist. Zur Erklärung der combinirten Action beider liegen drei Möglichkeiten vor.

Es kann:

1. die organische Materie in Verbindung mit der Säure nach den Gesetzen der Affinität wirken;
2. das organische Princip wirkt durch bloßen Contact;
3. dasselbe äußert seinen Einfluß durch die Umsetzung seiner Elemente, nach Art der Fermentkörper.

Die Entscheidung unter diesen drei Möglichkeiten fällt der experimentellen Prüfung anheim. Wir wenden uns zunächst zu der ersten.

1. Die organische Materie mit der Säure zu einer gepaarten Verbindung vereinigt, wirkt nach den Gesetzen der Affinität auf die geronnenen eiweißartigen Körper, verdaut dieselben, indem sie mit ihnen lösliche Verbindungen eingeht.

Schon Schwann machte bei seinen Versuchen die Beobachtung, daß die Quantität der Säure in einem gewissen Verhältnisse zu der Labsubstanz stehen müsse, wenn man eine kräftig wirkende Verdauungsflüssigkeit gewinnen wolle. 3,3 bis 6,6 Gran Salzsäure auf ein halbes Loth Verdauungsflüssigkeit war das passendste Verhältniß; größere Mengen schadeten in demselben Maaße, wie geringere. Es lag hier die Idee nahe, daß beide sich zu einer Verbindung vereinigten und als solche wirkten. Schwann sprach dieselbe aus, ließ sie aber wieder fallen, weil einige seiner Erfahrungen mit einer solchen Annahme unvereinbar schienen. Später nahm sie Wasmann[1]) wieder auf und suchte sie weiter zu begründen. Am ausführlichsten und consequentesten hat C. Schmidt[2]) diese Theorie durchzuführen versucht. Nach ihm enthält der Magensaft eine der Holzschwefelsäure entsprechende gepaarte Verbindung, die Chlorpepsinwasserstoffsäure. Diese letztere gehe mit Albumin, Collagen, Chondrogen ꝛc. lösliche Verbindungen ein, welche in das Blut aufgenommen würden. Der Chymus enthalte chlorpepsinwasserstoffsaures Albumin, Bindegewebstoff u. s. w. Die Verdauung sei also das Resultat einfacher Affinitätswirkung.

Zur Begründung dieser Ansicht ist zunächst erforderlich, die Gegenwart jener complexen Säure nachzuweisen. Dies ist bis jetzt nicht genügend geschehen. Die Beobachtungen Wasmann's, auf welche Schmidt sich hauptsächlich stützt, wurden an künstlichem Magensaft gemacht, und entsprechen, wie schon früher bemerkt wurde, nicht in allen Theilen dem natürlichen Secret. Nach Wasmann soll Pepsin aus seiner Verbindung mit Säure durch Neutralisation gefällt werden: der Niederschlag besteht der Hauptsache nach aus Kalksalzen, welche Spuren organischer Materie mechanisch mit niederreißen. Daß der Alkoholniederschlag der durch Schwefelwasserstoff aus der Bleiverbindung abgeschiedenen Substanz noch Essigsäure enthält, welche erst beim Erwärmen weggeht, ist kein Beweis, daß diese Säure mit dem Pepsin zu einer gepaarten Verbindung vereinigt sei. Die Gegenwart des Chlors ist überall unerwiesen geblieben.

---

[1]) A. a. O. S. 20.

[2]) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 61. S. 311.

Die zweite Forderung, welche wir an diese Theorie stellen müssen, ist der Nachweis, daß bei dem Auflösungsproceß streng die Affinitätsgesetze befolgt werden. Es muß zur Verdauung eines bestimmten Quantums Eiweiß eine genau entsprechende Menge Magensaft erforderlich sein, die Mengenverhältnisse beider müssen durch Aequivalentzahlen sich ausdrücken lassen. Nach der Auflösung darf die Flüssigkeit keine chymificirende Wirkung mehr äußern, die Säure muß gebunden sein, im Chymus müssen die entsprechenden Verbindungen sich vorfinden. Alles dies ist nicht erwiesen. Die zur Auflösung von Eiweiß erforderliche Menge organischer Materie (Pepsin) steht nicht in in einem solchen Verhältniß, sondern ist viel kleiner. Nach Wasmann ist $1/_{60000}$ Pepsin, angesäuertem Wasser zugesetzt, genügend, Eiweiß in sechs bis acht Stunden aufzulösen. Nach meinen Erfahrungen lösen 10,0 Grm. Labdrüsenextract mit 0,25 Grm. fester Bestandtheile in mit Salzsäure versetztem Wasser vertheilt, nach und nach 109 Grm. feuchtes zerriebenes Eiweiß, also gegen 20 Grm. trockenes Eiweiß, es ist also, da das Labdrüsenextract noch Salze in, Alkohol lösliche Materie 2c. enthält, zur Auflösung von 100 Theilen noch nicht 1 Theil Pepsin erforderlich, ein Verhältniß, welches der Annahme von Affinitätswirkungen nicht entsprechend erscheint. Zu ähnlichen Zahlenwerthen gelangte auch Schwann.

Ist die Auflösung vollendet, so zeigt sich der Säuregehalt der Flüssigkeit, soweit er durch Neutralisation einer so gemischten Lösung bestimmt werden kann[1]), nicht wesentlich verändert, eine Sättigung der Säure scheint also nicht stattzufinden. Der dritte Einwurf, welcher seiner Ansicht gemacht werden muß, ist der, daß die Producte der Verdauung die Eigenschaften der eiweißartigen Körper verloren haben und sich nicht wie Verbindungen derselben mit complexen Säuren verhalten. Enthielte, wie Schmidt annimmt, der Chymus chlorpepsinwasserstoffsaures Albumin, so müßte durch stärkere Säuren, durch concentrirte Salpetersäure 2c., das Eiweiß sich wieder abscheiden lassen, es müßte auf Zusatz von Essigsäure durch Kalinmeisencyanür fällbar sein u. s. f., was, wie wir später sehen werden, Alles nicht der Fall ist.

Endlich steht mit jener Theorie das Verhalten des Magensaftes zur Milch im Widerspruch, welche letztere, wie Berzelius, Mitscherlich 2c. darthaten, durch Lab coagulirt werden kann, ohne ihre alkalische Reaction einzubüßen (vergl. Milch), sowie das gegen Gelatine (vergl. Knochen). Wir dürfen hiernach nicht annehmen, daß die freie Säure des Magensaftes und sein organisches Princip nach den Gesetzen der Affinität wirken.

2. Die zweite Möglichkeit, nämlich die, daß der saure Magensaft auf die Ingesta eine Contactwirkung äußere, wobei sie selbst unverändert bleibe, ist an und für sich unwahrscheinlich und steht mit den Beobachtungen, welche wir bei künstlichen Verdauungsversuchen machen, in directem Wiederspruch. Die Verdauungsflüssigkeit ist nicht im Stande unbegrenzte Mengen von Ingestis zu lösen, sie verliert ihr Vermögen, sobald sie ein bestimmtes Quantum aufgenommen hat.
3. Der Magensaft wirkt nach Art der Fermentkörper durch den Umsatz seiner Elemente, welchen er auf die Ingesta überträgt. Diese Ansicht ist es, welche die meisten, den Digestionsproceß begleitenden Erscheinungen für sich hat. Alle Agentien, welche die Wirkung der Fermente stören oder aufheben, hindern auch die Wirkung des Magensaftes.

---

[1]) Schmidt bemerkt indeß mit Recht, daß man auf die Sättigungscapacität der Säure vor und nach der Verdauung nicht zu viel Gewicht legen darf.

Concentrirte Säuren aller Art, kaustische Alkalien ꝛc. heben die Fähigkeit zu verdauen für immer auf.

In derselben Weise wirkt die Siedhitze. Erwärmt man die Flüssigkeit bis zu 60° C., so konnte ich, wenn die Lösung eine concentrirte war, keine Wirkung mehr wahrnehmen: durch höhere Wärmegrade geht sie immer verloren. Blondlot[1]) will schon bei 40 bis 50° C. die Aufhebung der verdauenden Wirkung beobachtet haben. Alkohol in verdünntem Zustande wirkt nicht hinderlich; concentrirt angewandt und in großem Ueberschusse unterbricht sie den Vorgang vollständig[2]).

Alle diese Agentien bilden Hindernisse der Fermentwirkung, während die meisten derselben die nach den Gesetzen der Affinität oder des Contacts vor sich gehenden Processe in keiner Weise beeinträchtigen. Für die fermentartige Natur des Magensaftes spricht außer der großen Veränderlichkeit desselben auch die Art seiner Wirkung. Es sind zur Ausführung derselben nur geringe Quantitäten erforderlich, welche die Bewegung ihrer Elemente auf verhältnißmäßig große Massen übertragen. Der Effect ist kein unbegrenzter, weil der Proceß nicht, wie manche ähnliche, von einer Neubildung des Erregers begleitet wird. Die Producte des Verdauungsprocesses zeugen ebenfalls für diese Theorie. Die Ingesta zerfallen zwar nicht in ihre näheren Bestandtheile [3]), sie werden aber in ihrem Verhalten gegen Reagentien wesentlich verändert, sie büßen ihre früheren Eigenschaften in einer Weise ein, wie es durch einfache chemische Verbindung mit schwacher Säure nicht erklärt werden kann. — Die nächste Frage, welche sich hier anreiht, ist die, ob das Magenferment ein eigenthümliches sei oder mit denen anderer Secrete übereinkomme. Schwann hat sich Eberle gegenüber schon vor Jahren für die specifische Natur des organischen Princips im Magensafte ausgesprochen. Ein Theil der neueren Forscher dagegen wendete sich wieder der älteren Eberle'schen Meinung zu. Es gehören dahin: Marchand [4]), Mulder [5]), Bernard [6]) und A. Mehre Reihen von Versuchen, welche ich über diesen Punkt angestellt, führten constant zu dem Ergebnisse, daß nur die Labhaut des Magens eine Materie enthält, welche verdünnten Säuren verdauende Kräfte verleiht. Gläser mit gleichen Quantitäten Säure und Eiweißwürfeln wurden mit Labhaut, Dünndarmschleimhaut, Schleimhaut des Coecums, des Dickdarms, des Kehlkopfes und der Harnblase bei derselben Temperatur digerirt: immer fand sich in den Gläsern, welche Labhaut enthielten, das Eiweiß aufgelöst; in den übrigen waren die Würfel theils noch unversehrt, theils nur schwach erweicht. Der Dünndarm wirkte in den meisten Fällen etwas stärker, als die übrigen Schleimhäute, von der Harnblase und Luftröhre beobachtete ich gar keine Wirkung. Dasselbe Ergebniß lieferten Versuche, bei welcher Muskelfleisch als Verdauungsobject diente.

---

[1]) l. c. p. 356.

[2]) Spiritus von 40 bis 50 Proc. hindert, zu einem Viertheil der Flüssigkeit zugesetzt, die digestive Thätigkeit nicht, größere Quantitäten, die Hälfte und mehr, verlangsamen sie schon ansehnlich; Spiritus von 0,83 in dieser Menge angewandt, zerstört die Wirkung vollständig.

[3]) Die elementare Zusammensetzung der eiweißartigen Körper ist nach der Verdauung genau dieselbe, wie vorher. J. Vogel (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 30 S. 41 ffg.) erhielt bei der Analyse der Kupferverbindung ein durchschnittliches Verhältniß des Stickstoffs zur Kohlensäure wie 1 : 7,30. Mulder (Tijdschrift voor de wis- en naturkund. Wetenschappen 1847 II. Deel.) kam zu demselben Resultate.

[4]) Physiol. Chem. S. 418.

[5]) l. c. II Deel. [6]) Compt. rend. 1845 p. 88.

Bei verschiedenen Thiergattungen scheint in Bezug auf die wirksame Substanz des Labsaftes keine wesentliche Differenz zu bestehen.

Versuche mit Magenschleimhaut von Fröschen, Kaninchen, Eseln, Katzen, Hunden, Menschen rc. hatten gleichen Erfolg.

Die Magenschleimhaut des Menschen und der verschiedenen Thiere enthält also einen ihr eigenthümlichen Fermentkörper. Die specifische Natur desselben wird nicht allein durch seine Wirkung, sondern auch durch sein Verhalten gegen äußere Einflüsse deutlich. Vom Speichelferment, mit welchem es Bernard irriger Weise identificirte, unterscheidet es sich hauptsächlich durch seine größere Empfindlichkeit. Höhere Temperaturgrade 60, 70 bis 80° C., welche den Speichel nicht beeinträchtigen, heben die Wirkung des Magenferments auf, ebenso concentrirte Säure, Alkohol u. s. w., welche die Mundflüssigkeit weniger stören. Sodann durch sein Gebundensein an die Gegenwart von Säuren. Nicht bloß die Wirkung des Magensaftes bleibt aus, wenn kohlensaure Alkalien zugesetzt werden, sondern es tritt auch ein ganz anderer Modus der Umsetzung ein.

Wie bei allen Fermenten so hängt auch bei dem des Magensaftes die Wirkungsweise innig mit der Art seiner Umsetzung zusammen. Wird künstliche oder natürliche Verdauungsflüssigkeit der Luft ausgesetzt, so äußert sie bald wesentlich abweichende Wirkungen [1]), die Verdauung erfolgt langsamer oder sie bleibt ganz aus, der Zucker verwandelt sich rasch in Milchsäure u. s. w. Für die Pathologie der Verdauung sind diese Modificationen von großer Wichtigkeit.

Es bleibt uns noch übrig, die Zwecke zu erläutern, welche die freie Säure neben dem Fermente zu erfüllen hat. Dieselben scheinen mehrfacher Art zu sein und theils in naher Beziehung zur Fermentwirkung zu stehen, theils dagegen selbständig von der Säure allein ausgeführt zu werden. Was zunächst die Beziehung der freien Säure zum Ferment betrifft, so hängt von ihrer Gegenwart die eigenthümliche Art der Umsetzung desselben ab, an welche seine Wirkung gebunden ist. Es ist schon erwähnt worden, daß sobald der Magensaft neutralisirt wird, der Umsetzungsproceß seines organischen Princips eine ganz andere Richtung einschlägt, daß die Flüssigkeit sehr bald einen stinckenden Fäulnißgeruch verbreitet, welche der saure Magensaft in verschlossenen Gefäßen auch nach monatelanger Aufbewahrung nicht annimmt. Der nächste Zweck, welchen die freie Säure zu erfüllen hat, besteht also darin, daß sie den Modus der Umsetzung des Ferments bestimmt und regulirt.

Man hat früher der Säure des Magensaftes die Aufgabe zugeschrieben, das organische Princip desselben im aufgelösten Zustande zu erhalten. Dies ist irrthümlich; das sogenannte Pepsin wird durch kohlensaure Alkalien nicht gefällt, sondern ist für sich in Wasser löslich. Ebensowenig kann die Annahme, daß die Producte der Verdauung nur in freier Säure löslich seien, allgemeine Geltung finden. Durch Neutralisation des Chymus werden nur die Kalksalze niedergeschlagen, organische Stoffe finden sich in dem Präcipitat in sehr geringer Menge.

Die selbständige Wirksamkeit der freien Säure hat die Auflösung der für den Nutritionsproceß unentbehrlichen Erden und Metalle (Kalkerde, Talkerde, Eisen u. s. w.) zur Aufgabe. Sie erfüllt auf diese Weise wichtige

[1]) Aus diesem Grunde sind künstliche Verdauungsversuche bei weitem nicht immer von gleichem Erfolge. Abweichungen sind nicht selten; faulige Zersetzung tritt zuweilen ein, wo man digestive Lösung erwartet. Im Allgemeinen muß ich bemerken, daß mir die Versuche bei weitem nicht immer in der kurzen Frist gelangen, welche manche Autoren angeben.

Zwecke und arbeitet, indem sie den eiweißartigen Körpern einen Theil ihrer Kalksalze entzieht, der Einwirkung des organischen Princips auf diese vor.

Bedingende und begünstigende Momente der Magenverdauung.

1. Die Temperatur.

Die Temperatur des Magens schwankt von 38 bis 40° C.

Die genauesten Untersuchungen am Menschen stellte Beaumont an. Je nach dem Zustande der Ruhe oder der Bewegung, in welchem St. Martin sich befand, schwankte die Temperatur um 1 bis 2°. Körperliche Anstrengung hob sie um 1 Grad; ebenso stieg das Thermometer, wenn die Kugel von der Mitte des Magens zum Pylorustheil gebracht wurde.

Der Eintritt der Verdauungsarbeit bedingte keine Temperaturzunahme. Diese Angaben können bei Hunden mit Magenfisteln leicht constatirt werden. Bei unseren Hunden betrug die Temperatur in der Mitte des Magens 38 bis 38°,5, am Pylorus und am Blindsacke, überhaupt in einiger Entfernung von der Oeffnung, stieg das Quecksilber um einen halben Grad. Diese Temperatur zeigt sich auch als die günstigste für künstliche Verdauungsversuche; sie vertragen zwar eine Steigerung bis 40 und 45°; allein jedes Sinken unter 38° ist mit einer entsprechenden Verlangsamung verbunden. Stellt man von gleichen Proben die eine in die Brütwärme, die andere in die Lufttemperatur von 18°, so dauerte der Proceß bei der letzteren das Doppelte, zuweilen das Dreifache der Zeit. War der Unterschied noch größer, betrug die Lufttemperatur nur 8 bis 12°, so konnte ich in den beiden ersten Tagen nur sehr geringe Einwirkung wahrnehmen. Schon Spallanzani glaubte zu finden, daß bei 12° der Effect des Magensafts nicht größer sei, als der des bloßen Wassers. Blondlot sah dagegen noch vollständige Verdauung nach Verlauf von einigen Tagen eintreten; mir ging die Mischung eher in Fäulniß über, als die Auflösung beendet wurde. Es erklärt sich auf diese Weise, weßhalb kaltblütige Thiere im Allgemeinen langsam verdauen; es leuchtet ferner ein, wie sorgfältiges Warmhalten der Magengegend auf manche Formen von Verdauungsstörungen einen günstigen Einfluß äußern kann.

2. Die Bewegung.

Die peristaltische Bewegung des Magens befördert wesentlich die Ingesta. Läßt man Eiweißkörnchen mit Magensaft ruhig stehen, so behalten diese oft noch 8 bis 10 Stunden lang ihre Form. Schüttelt man jetzt das Glas, so zerfällt die Masse in ein feines Pulver. Die ältere Ansicht von Pitcarne, Hecquet und A., nach welcher die Bewegung des Magens der hauptsächlichste Factor der Digestion sei, welche also in einer Zerreibung, Trituration der Nahrung bestehe, ist von Réaumur[1]), C. Spallanzani[2]) genügend widerlegt und kann uns nicht mehr beschäftigen.

3. Die Salze des Magensaftes.

Künstliche Verdauungsversuche gelingen vollkommen ohne Zusatz von

[1]) Mémoires de l'Académie des scienc. 1719. p. 336.
[2]) Expér. sur la Digestion etc.

Salzen; nothwendig sind dieselben also nicht. Ueber den Einfluß der Salze mit alkalischer Basis, wie sie im natürlichen Magensaft vorkommen, sprechen sich die bisherigen Beobachter dahin aus, daß sie den Verdauungsproceß ansehnlich beschleunigen. Nach Hünefeld [1]) soll der Salmiak eine wichtige Rolle bei der Auflösung der Ingesta spielen. Lehmann [2]) fand, daß eine einfache Verdauungsflüssigkeit zur Lösung eines Eiweißpartikels 5 Stunden bedurfte, während nach Zusatz von 1,5 Proc. Kochsalz der Vorgang in 2½ Stunde beendet war. Meine eigenen Versuche stellen die Wirkung der Salze in ein weniger günstiges Licht. Kleine Zusätze (½ bis 1½ Proc. Kochsalz) beschleunigten in den meisten Fällen die Auflösung um 1 bis 2 Stunden, in anderen dagegen ließ sich kein Unterschied wahrnehmen. Große Gaben, 5 bis 10 bis 15 Proc. wirkten immer retardirend, bei 15 Proc. war der größere Theil des Albumins nach zwei Tagen noch unverändert. Die eupeptische Wirkung, welche der diätetische Gebrauch des Kochsalzes äußert, scheint hiernach mehr in der Bethätigung der Secretion, als in der auflösenden Kraft dieses Salzes begründet zu sein.

4. Atmosphärische Luft

ist zur Realisirung der Verdauungsprocesse nicht erforderlich. Sie beschleunigt dieselbe auch in keiner Weise. Versuche, die bei Abschluß der Luft in wohl verkorkten Gläsern angestellt werden, gelingen in derselben Zeit, wie andere, bei welchen der Luftzutritt frei bleibt.

5. Entfernung des Aufgelösten aus dem Magen

trägt zur energischen Fortsetzung der Magenverdauung wesentlich bei, wie dies bereits oben erörtert ist.

Ehe wir diese theoretische Betrachtung schließen, liegt uns noch die Berücksichtigung einer Frage ob, welche Cl. Bernard [3]) in neuerer Zeit aufgeworfen und zu beantworten versucht hat. Es ist die, ob die Nutrimente unter dem Einflusse des Magensafts Veränderungen ihres Molekularzustandes erleiden, welche für die Nutrition wesentlich sind. Bernard hat dies bejaht und glaubt durch seine Versuche nachgewiesen zu haben, daß nur die im Magensaft gelösten Nahrungsstoffe für die Zwecke des organischen Haushalts verwendbar seien. Injicirte er Thieren alkalische oder schwach saure Eiweißlösungen, so erschienen dieselben alsbald im Harn wieder, weil sie im Organismus keine Verwendnng fanden. Dasselbe war der Fall mit Auflösungen von Rohrzucker. Waren dagegen die Substanzen vorher 6 Stunden lang mit Magensaft bei 30° digerirt, so enthielt der Harn von der injicirten Masse keine Spur. Der Leim wurde mit dem Harn immer wider ausgeschieden, mochte er vorher der Einwirkung des Magensafts ausgesetzt gewesen sein oder nicht; ihm wird daher von Bernard die Bedeutung eines Aliments gänzlich abgesprochen.

Ich kann die Versuche Bernard's nicht in allen Punkten bestätigen, glaube auch nicht, daß durch sie diese verwickelte Frage erledigt sei. Die Verhältnisse, unter welchen bei der Injection die Substanzen in das Gefäß-

---

[1]) Der Chemismus in der Organis. 1840. S. 210.
[2]) Phys. Chemie, I. p. 134.
[3]) Gazette médic. 1843 Mars p. 165.

system gelangen, sind ganz anderer Art, als diejenigen, welche bei der Resorption statt haben. Der mit Injection unvermeidlich verbundene plötzliche Uebertritt in den venösen Kreislauf unterscheidet sich wesentlich von der allmähligen Aufnahme aus dem Darmcanal, bei welcher das Aufgenommene zudem noch das Capillarsystem der Leber zu passiren hat. Bei der Ausführung der Injection kommen außerdem mancherlei Umstände in Betracht, welche wir nicht vollkommen in unserer Gewalt haben und die dennoch modificirend auf den Erfolg einwirken. Es gehört dahin die Quantität des vorher ausgeflossenen Blutes, von welchem der Druck auf die Gefäßwände abhängt, die Schnelligkeit der Injection u. s. w. Injicirte ich Hunden 0,5 Grm. Traubenzucker durch Schwefelsäure aus Stärke bereitet, so konnte ich in drei Fällen keine Spur davon im Harn wiederfinden. Größere Mengen von 1 bis 2 Grm. gingen wenigstens zum Theil über. Austritt von Eiweiß mit dem Harn beweist bei Thieren, an denen man operirt hat, sehr wenig. Alle Hunde, denen ich die Gallengänge unterbunden hatte, ließen einen Urin, welcher neben Gallenfarbstoff noch Eiweiß enthielt. Die Frage: ob durch den Magensaft die Alimente wesentliche Veränderungen ihres Molekularzustandes erleiden, von welchen ihre Verwendung für die Zwecke der Nutrition abhängig ist, bleibt also vor der Hand noch unerledigt. Das Verhalten des injicirten Traubenzuckers spricht eher gegen, als für eine solche Annahme.

Ueber die Veränderungen, welche die einzelnen Nahrungsstoffe im Magen erleiden. Die Magenverdauung im Speciellen.

Um eine klare Uebersicht über die Metamorphosen zu gewinnen, welche bei der Magenverdauung die Nahrungsmittel eingehen, halten wir uns an die S. 675 aufgestellte Eintheilung der Alimente. Wir berücksichtigen zunächst die einfachen Nahrungsstoffe und sodann die zusammengesetzten.

Wir beginnen

1. mit den anorganischen Nahrungsstoffen.

A. Die löslichen Alkalien.

Die meisten derselben, welche von Wasser leicht gelöst werden, bedürfen, um in das Gefäßsystem überzugehen, keiner Veränderung.

Sie lösen sich in dem Wassergehalt des Magensafts und Speichels und treten sodann ohne weiteres ins Blut über.

B. Die Erden und Metalle.

Anders verhält sich die Sache mit den unlöslichen Kalksalzen und dem Eisen, welche als constituirende Bestandtheile der meisten organischen Formgebilde einer geregelten Aufnahme bedürfen. Blondlot [1]) hat dem Magensafte die Fähigkeit, Kalksalze aufzulösen, gänzlich abgesprochen und glaubt hierzu durch seine Versuche berechtigt zu sein. Es ist nicht schwer das Gegentheil zu beweisen. Was zunächst die kohlensaure Kalk- und Talkerde betrifft, so werden dieselben bei normaler Verdauung in mäßiger Menge aufgenommen. Digerirt man Magensaft mit kohlensau-

[1]) l. c. p. 323.

ren Erden, so enthält das Filtrat constant in Alkohol lösliche Salze derselben, welche beim Einäschern sich in kohlensaure verwandeln (milchsaure Kalk- und Talkerde). Bei der Fütterung mit Knochen ließen sich solche im Filtrat der Magencontenta von Hunden regelmäßig in ansehnlicher Menge nachweisen [1]). Schon Tiedemann und Gmelin [2]) lieferten hierzu Belege. Sie brachten nüchternen Hunden Kalksteine in den Magen. Anderthalb Stunden nachher fanden sie gegen 10 Gramm einer wasserhellen Flüssigkeit. Diese wurde durch Alkohol gefällt; die alkoholische Lösung zur Trockene gebracht, hinterließ einen an der Luft schnell zerfließenden Rückstand, welcher verbrannt eine an Chlorcalcium und kohlensaurer Kalkerde reiche Asche gab (milchsaure und nicht, wie Gmelin angiebt, essigsaure Kalkerde). Die Aufnahme der Kalk- und Talkerdesalze, soweit sie durch die Säure des Magensaftes allein realisirt wird, bleibt indeß immer eine sehr beschränkte. Dieselbe kann in hohem Grade zunehmen, wenn im Magen durch Umsatz der Kohlehydrate eine reichliche Bildung von Milchsäure stattfindet, welche zur Auflösung der in den Ingestis vorhandenen Kalk- und Talkerdesalze ihren Beitrag liefert. Wir sehen auf diese Weise den Harn von Menschen, welche an abnormer Säurebildung in den ersten Wegen leiden, nicht selten alkalisch werden und Sedimente von Erdphosphaten und kohlensauren Erden bilden auch dann, wenn die Nahrung keine pflanzensaure Alkalien und Erden, welche sich im Blute in kohlensaure hätten umwandlen können, enthielt. Es sind diese Fälle von der Alkalescenz des Harns, in Folge von Krankheiten des uropoetischen Systems, leicht dadurch zu unterscheiden, daß nur der Verdauungsharn Sedimente macht, während der Morgenharn sauer ist, eine Thatsache, welche schon Golding Bird [3]) hervorhob.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß bei den Herbivoren außer den im Futter präformirt vorkommenden pflanzensauren Alkalien und Erden die Milchsäurebildung, welche bei diesen Thieren im Magen und besonders in dem voluminösen, die Nahrung mehre Tage lang zurückhaltenden, Blinddarm in nicht unbeträchtlichem Grade stattfindet, zur Entstehung der den Pflanzenfressern eigenthümlichen Harnsedimente beiträgt, welche verschwinden, sobald der Verdauungsproceß durch Entziehung der Nahrung 12 bis 24 Stunden unterbrochen wird. Die Asche der Filtrate vom Magen- und Coecalinhalt der Herbivoren zeichnet sich immer durch ihren Reichthum an kohlensauren Erden vor der von anderen Thieren aus [4]).

Die phosphorsauren Kalk- und Talkerden werden in derselben Weise, wie die kohlensauren Erden, von der freien Säure des Magensafts gelöst. Sie finden sich daher regelmäßig im Filtrate der Magencontenta in bald größe-

---

[1]) Vergl. weiter unten Verdauung der Knochen. [2]) A. a. O. S. 97.

[3]) Ueber Harnsedimente. Deutsch von S. Eckstein. S. 93.

[4]) Cl. Bernard (Compt. rend. 1846. T. XXII. p. 532 — 27) erklärt die alkalische Reaction des Harns der Herbivoren aus der Beschaffenheit des Speisebreies, welcher bei Pflanzennahrung alkalisch, bei Fleischnahrung sauer sein soll. Ich kann diesen Unterschied nicht anerkennen, weil ich im Allgemeinen die Darmcontenta der Pflanzenfresser, besonders wenn man das Coecum mit in Anschlag bringt, reicher an freier Säure fand, als die der Carnivoren. Bernard führt außerdem noch folgendes von Magendie bestätigte Experiment an, welches nicht gerade zu Gunsten seiner Theorie spricht. Er injicirte Hunden Rohrzucker, der Harn blieb sauer, nahm er statt dessen Traubenzucker, so wurde der Urin alkalisch. Hier trat doch mit dem Zucker kein freies oder kohlensaures Alkali ins Blut; das Alkalischwerden des Harns läßt sich möglicher Weise nur dadurch erklären, daß aus dem Traubenzucker im Blute Milchsäure wurde, welche mit einer Base verbunden zu einem kohlensauren Salze oxydirte und als solches in den Harn überging.

rer, bald geringerer Menge und können aus demselben durch Neutralisation der freien Säure gefällt werden.

Eisen, als Oxyd oder im metallischen Zustande, wird ebenfalls vom Magensaft gelöst. Auch hier ist die Aufnahme eine beschränkte. Nach sechsstündiger Digestion von Limatura martis mit dem Labsafte eines Hundes konnte ich in dem eingeäscherten Filtrate Eisenoxyd in mäßiger Menge nachweisen. Die Asche war reicher an Eisen, als statt des Metalls Eisenoxydhydrat genommen wurde.

In allen diesen Fällen wirkt lediglich die freie Säure des Magensafts; die Auflösung erfolgt nach reinen Affinitätsgesetzen und findet ihre Grenze in der beschränkten Menge der Säure. Die Neutralisation des Magensafts, welche Störung der Verdauung nach sich ziehen würde, wird hierbei theils durch die Gegenwart der organischen Stoffe, theils dagegen und hauptsächlich durch die stetig fortschreitende Secretion verhütet.

II. Die Magenverdauung der organischen Nahrungsstoffe,

A. der stickstofflosen, der Fette und Kohlehydrate nebst verwandten Verbindungen.

Beide Klassen von Nutrimenten werden vom Secrete des Magens als solchem nicht verändert. Die Umwandlungen, welche sie im Magen erleiden, sind das Werk anderer Agentien, insbesondere der von den Drüsen der Mundhöhle gelieferten Absonderungsproducte.

1. Die Kohlenhydrate und verwandte Stoffe.

Wir beginnen zunächst mit dem wichtigsten aller Kohlehydrate.

a. Mit dem Amylum, der Stärke.

Es ist bereits oben nachgewiesen worden, daß der reine Magensaft nicht geeignet ist, Metamorphosen des Amylums einzuleiten, durch welche dasselbe in einen löslichen, für die Aufnahme in das Gefäßsystem geeigneten Zustand versetzt wird. Die rasche Umwandlung, welche diese Substanz im Magen erleidet, wird von dem Speichel vermittelt, dessen Einwirkung durch die Gegenwart des sauren Magensecrets in keiner Weise geschwächt wird. Die künstlichen Verdauungsversuche von gekochtem Amylum mit Magensaft und Speichel übergehe ich hier und beschränke mich auf die Beobachtungen, welche theils an Hunden mit Magenfisteln, theils an frisch getödteten Thieren angestellt wurden. Hunde mit Magenfisteln erhielten Stärkekleister als Nahrung, welchen sie nur ungern zu sich nahmen. Ein Theil desselben wurde nach einer halben Stunde aus dem Magen genommen und filtrirt. Das Filtrat färbte sich auf Zusatz von Jodtinctur intensiv weinroth, reducirte bei Anwendung der Trommer'schen Probe eine ansehnliche Menge Kupferoxyd, wurde mit Kalilauge gekocht dunkelbraun und entwickelte auf Zusatz von Salpetersäure einen deutlichen Melassegeruch. Unter dem Mikroskop zeigten sich die Stärkekügelchen verkleinert und angefressen. Nach 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden war in der Regel der Magen vollkommen leer. Wiederholungen dieser Versuche führten constant zu demselben Resultate. Größere Mengen von Flüssigkeit, die gesammelt wurden, gingen auf Zusatz von ausgewaschener Hefe

rasch in Alkoholgährung über [1]). Ganz dieselben Resultate wurden bei allen stärkemehlreichen Nahrungsmitteln, den verschiedenen Brotarten, Mehlspeisen, Kartoffeln u. s. w. beobachtet. In Bezug auf die Löslichkeit finden sich hier jedoch große Differenzen, je nachdem die Stärke frei oder noch im parenchymatösen Zellgewebe eingeschlossen dargeboten wird.

Im Getreidemehl und allen daraus bereiteten Nahrungsmitteln, welche die Stärke größerentheils frei liegend enthalten, geht die Metamorphose rasch vor sich. Bei der Brotfütterung findet man daher im Magen bald ansehnliche Mengen von Zucker. Die Beendigung der Verdauung erfordert jedoch (namentlich wenn größere Stücke verschluckt werden) längere Zeit, nach 6 bis 9 Stunden findet man noch Ueberreste im Magen. Ungünstiger sind die Verhältnisse bei den Kartoffeln. Hier bleibt das Amylum im aufgequollenen Zustande in den aus Cellulose bestehenden Parenchymzellen eingeschlossen. Der Speichel dringt durch Endosmose in die Zellenhöhle ein und verwandelt hier das Amylum allmählig in Gummi und Zucker, welche austreten und die Zelle leer zurücklassen. Man kann diesen Proceß sehr gut unter dem Mikroskop verfolgen. Zu Anfang erscheint die Zelle ganz gefüllt mit Amylum, welches sich durch Jod bläut, allmählich tritt statt der blauen eine rothe Färbung ein, welche immer blasser wird, bis endlich die leeren Parenchymzellen übrig bleiben. Man darf sich hiernach nicht wundern, daß die Verdauung der Kartoffeln, namentlich wenn sie nicht fein vertheilt genossen werden, sehr langsam von Statten geht. Bei Hunden habe ich nach 10, in einigen Fällen noch nach 24 Stunden unveränderte Stückchen aus der Fistelöffnung entfernt. Bei vorwiegender Kartoffelnahrung findet man noch ansehnliche Ueberreste im Rectum, welche unverändert wieder ausgeleert werden.

In wenigstens 50 Versuchen wurde von uns im Filtrate der Magencontenta von Hunden, Katzen, Pferden, Eseln, Kaninchen, ferner Vögeln, Enten, Tauben, Gänsen, sowie endlich den von Menschen erbrochenen Massen nach dem Genuß stärkehaltiger Stoffe sowohl Dextrin (Gummi) als auch Zucker nachgewiesen. Große Mengen von Syrup wurden von einigen meiner Zuhörer dargestellt und zur Alkohol- oder zur Milchsäuregährung verwandt. Es kann also das constante Vorkommen dieser Metamorphose im Magen nicht bezweifelt werden. Um so auffallender ist es, wenn einige französische Forscher sich dagegen erklären. Blondlot [2]) meint, daß Stärke im Magen gar nicht verändert werde. Bouchardat und Sandras glaubten früher durch den Biot'schen Polarisationsapparat die Abwesenheit von Zucker in den Verdauungswegen nachgewiesen zu haben, das Amylum sollte direct in Milchsäure übergehen. In neuerer Zeit [3]) modificirten sie ihre Ansicht wesentlich; sie bezeichnen nämlich als constante Bestandtheile des Ma-

---

[1]) Rohe Stärke setzt den Verdauungsflüssigkeiten viel größeren Widerstand entgegen. In Wasser vertheilt Hunden und Kaninchen eingebracht, verwandelte sie sich sehr langsam und unvollkommen. Im Magen fand ich, wenn die Thiere 5 Stunden nachher getödtet wurden, noch unveränderte Stärke. Das Filtrat enthielt verhältnißmäßig geringe Mengen Dextrin und Zucker; im Dünndarm und bei Thieren, die längere Zeit lebten, auch im Dickdarm bis zum Rectum waren unveränderte Amylumkörnchen vorhanden. Nach Bouchardat und Sandras ist die Verdauung des rohen Amylums bei Vögeln eine vollkommene; man findet indeß auch bei Hühnern nicht selten unverändertes Amylum im Dickdarm. Die Hülle, welche die Stärkekügelchen umgiebt und welche beim Kochen gesprengt wird, ist die Ursache dieser langsameren Metamorphose.

[2]) l. c. p. 107 et 108.

[3]) Compt. rend. XX. p. 143 — 48 Ianv. 1845.

geninhaltes mit gekochtem Amylum gefütterter Thiere: 1. unzersetzte Ingesta, 2. Dextrin, 3. Spuren von Zucker und 4. Milchsäure. Die Bildung der letzteren soll den Ausgangspunkt der Verdauung von Stärkemehl darstellen. Das letztere muß nach meinen Erfahrungen in Abrede gestellt werden. Mit der Zuckerbildung ist die Verdauung des Amylums im Magen als beendigt anzusehen. Milchsäurebildung findet unter normalen Verhältnissen bei Menschen und Hunden nicht Statt. Schon Tiedemann und Gmelin[1]) erwähnen, daß bei exclusiver Fütterung mit gekochter Stärke der Inhalt von Magen und Darmcanal nur schwach sauer reagire. Dasselbe fand ich bei Menschen und besonders bei Hunden nach Kartoffelnahrung. Den sichersten Beweis liefert die Untersuchung des Bluts, in welchem bei amylumreicher Diät constant Traubenzucker nachweislich ist[2]).

Im Magen findet also im gesunden Zustande keine irgend beträchtliche Bildung von Milchsäure Statt; die freie Säure scheint hier ein Hinderniß zu sein[3]).

Anders verhält sich die Sache im Dünndarm, wo das alkalische Secret der Schleimhaut dieser Metamorphose freieren Raum gestattet. Auch in den Magencontentis tritt, wenn man die freie Säure durch kohlensaures Alkali sättigt, Milchsäurebildung ein; die Masse, bei 35 bis 40° C. digerirt, wird nach 3 bis 4 Stunden wieder sauer, was nach neuer Sättigung sich bald wiederholt.

Abnormitäten der Amylumverdauung.

Die eben beschriebene dem Normalzustande entsprechende Umwandlung der Amylacea erleidet in Krankheiten gewisse Modificationen, welche sich in ihren Producten kenntlich machen. Wir unterscheiden davon drei Formen.

a. Die abnorme Milch- und Buttersäurebildung.

Bei chronischem Katarrh der Magenschleimhaut, welcher bald für sich bestand, bald zu einem Ulcus chronicum simplex sich gesellt hatte, wurden die erbrochenen Massen wiederholt untersucht. Dextrin und Zucker konnten hier ganz wie im gesunden Zustande nachgewiesen werden, die Umsetzung war indessen schon weiter vorgeschritten, es hatte sich Milchsäure und aus

---

[1]) A. a. O. Bd. I. S. 180 bis 190.

[2]) Hunde, welche mit Brot, andere, die mit Kartoffeln 2 — 3 Stunden vorher gefüttert waren, wurden getödtet und das Blut der vena jugularis, in anderen Fällen das der Axillargefäße, in Alkohol aufgefangen und sodann filtrirt. Das Filtrat wurde eingeengt und wiederholt mit Alkohol gefällt, um die eiweißartigen Stoffe zu entfernen. Das so erhaltene Extract enthielt in allen Fällen Zucker, welcher durch die Trommer'sche Probe und durch die Moore'sche Reaction nachgewiesen wurde. Im Chylus, welcher unter gleichen Verhältnissen gesammelt wurde, fand sich davon keine Spur. Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I S. 185) wollen im Blute sowohl wie im Chylus und Harn unter solchen Umständen Zucker aufgefunden haben. — Die Entwickung von Kohlensäure bei der Digestion des ganzen Bluts oder Harns mit Hefe scheint mir indeß nicht als zuverlässiger Nachweis gelten zu können. Dasselbe gilt von Thomson's Angabe (London, Edinburgh and Dublin philos. Magaz. Nr. 173) daß Blutserum von Schweinen mit Hefe Kohlensäure entwickele. Magendie (Compt. rend. XXIII. 189 — 193 Juillet 1846) fand bei einem Hunde, welcher mit Kartoffeln und Schweinefett ernährt war, Traubenzucker und eine in Alkohol unlösliche Materie, welche er für Dextrin hielt. Vergl. ferner Lerch in der Rheinischen Monatsschrift März 1847.

[3]) Mineralsäuren können daher, wie dies auch empfohlen ist, mit Erfolg gegen abnorme Säurebildung im Magen angewandt werden.

dieser wieder Buttersäure in großer Menge gebildet. Bei der Destillation solcher Magencontenta, welche meistens einen stechend sauren ekelerregenden Geruch hatten, ging eine an freier Säure reiche Flüssigkeit über. Das mit derselben bereitete Barytsalz gab auf Zusatz von Phosphorsäure den penetranten Geruch der Buttersäure von sich. Es wurden im Verlaufe der Zeit von diesem Barytsalz größere Mengen gewonnen und rein dargestellt.

Die Magencontenta enthielten in zwei Fällen dieser Art Sarcina ventriculi. Von den fünf Kranken, deren Verdauungsorgane nach dem Tode genauer untersucht werden konnten, fanden sich bei zweien einfache chronische Geschwüre, bei einem dritten bot die Schleimhaut eine Surface mamelonnée in Folge zahlreich entwickelter lenticulärer Drüschen. Bei allen trug die Magenauskleidung die anatomischen Charaktere des sogenannten chronischen Katarrhs an sich, sie war sammetartig gewulstet und in dem Pylorustheil bleigrau gefärbt. Die Muskelhaut war hypertrophisch, in einem mit ansehnlicher Erweiterung des Magens verbundenem Falle bis zu 2''' Dicke. Die Labdrüsen und ihr Inhalt erschienen von normaler Beschaffenheit.

2. Es giebt Fälle, in welchen, wie bei der schleimigen Gährung, im Magen, ein Theil der genossenen Kohlehydrate in eine zähe fadenziehende Masse sich umwandelt, von welcher ansehnliche Mengen durch Erbrechen ausgeleert werden. Es ist dieselbe dem Gummi nahestehende Substanz, welche bei der Milchsäuregährung außerhalb des Organismus der Flüssigkeit so oft eine dickliche fadenziehende Consistenz ertheilt. In einem Falle dieser Art waren die Magenwandungen 2 bis 3''' dick mit dieser vom wahren Schleim leicht zu unterscheidenden zähen Substanz überzogen; während des Lebens hatte der Kranke davon mit großer Anstrengung ausgebrochen. Mannit, welches sich gewöhnlich hierbei gleichzeitig mit der Milchsäure bildet, wurde in den Contentis in diesem und in einem anderen Falle vergeblich gesucht. Die enormen Quantitäten schleimiger, lange Fäden ziehender Stoffe, welche bei manchen Formen von Dyspepsieen ausgeworfen werden, finden durch diese Beobachtungen ihre Erklärung. Es soll hiermit natürlich nicht behauptet werden, daß diese Massen immer aus der erwähnten stickstofflosen Substanz bestehen; wahren Schleim haben wir ebenfalls gefunden, jedoch kommt derselbe wohl kaum jemals in so extravaganter Menge vor.

3. Eine dritte interessante Abweichung der Verdauung von Amylaceis, wurde wiederholt bei chlorotischen Mädchen beobachtet. Dieselben litten an Aufstoßen geruchloser Gase, und erbrachen sauer riechende Substanzen, welche Hefepilze in ungewöhnlicher Menge enthielten [1]). Außerhalb des Magens dauerte in ihnen die Gasentwicklung fort, und besonders als sie, mit Wasser vermischt, der Destillation unterworfen wurden, stiegen beim Erwärmen Luftblasen auf, welche Barytwasser trübten, also aus Kohlensäure bestanden. Bei der Destillation ging eine saure Flüssigkeit über, welche, mit Baryt gesättigt, auf Zusatz von Eisenchlorid sich röthete, beim Eintrocknen ein Salz hinterließ, das auf Zusatz von Schwefelsäure den Geruch der reinen Essigsäure von sich gab. Die enorme Quantität der Hefepilze, die Entwicklung der Kohlensäure spricht dafür, daß in solchen Fällen wahre Gährung stattfindet, welche mit der Bildung von Essigsäure ihr Ziel erreicht.

4. Ein von dem bisher Angegebenen abweichendes Verhalten wurde endlich noch an den Magencontentis von zwei Diabeteskranken, welche durch

[1]) Hefepilze in geringerer Anzahl werden sehr oft in den Magencontentis gefunden und sind ohne alle pathologische Bedeutung.

Anwendung von Brechmitteln erhalten waren, beobachtet. Das Filtrat derselben war sehr reich an Zucker, auf dem Filtrum blieb noch unverändertes Amylum. Demungeachtet konnte keine Spur der Zwischenstufe zwischen beiden, des Dextrins, gefunden werden. Die Lösung färbte sich auf Zusatz von Jodsolution nicht im geringsten, während sie in allen übrigen Fällen eine braunrothe Farbe annahm. Nach der Neutralisation mit kohlensaurem Natron wurde der Chymus nicht, wie es gewöhnlich geschieht, wieder sauer, sondern blieb selbst nach viertägiger Digestion neutral. Der Zucker ging nicht in Milchsäure über. Für die Pathogenese des Diabetes mellitus scheint dieses eigenthümliche Verhalten der Amylumverdauung die rasch erfolgende Zuckerbildung, das Fehlen von Dextrin, das Ausbleiben der Milchsäurebildung nach der Neutralisation, wenn es sich als constant erweisen sollte, von einigem Interesse.

Die eben berührten Abnormitäten der Verdauung von Amylaceis beruhen zum Theil wenigstens [1]) auf ungewöhnliche Umsetzungsweisen der Fermentkörper des Speichels und Magensafts. Man kann dieselben durch Versuche nachahmen. Läßt man Speichel und Magensaft ein bis zwei Tage an der Luft stehen, so leiten sie zwar noch die Umwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker ein, allein die Metamorphose geht rasch weiter, es bildet sich Milchsäure in ungewöhnlicher Menge. Analog verhält sich die Hefe, welche in solchem Zustande nicht mehr die Alkohol-, sondern die Milchsäuregährung einleitet.

b. Rohrzucker.

Es ist schon oben erwähnt worden, daß Rohrzucker mit Speichel tagelang digerirt werden kann, ohne in Traubenzucker oder in Milchsäure überzugehen. Auch auf Zusatz von Magensaft wurde nach 12, 24 bis 36stündiger Digestion kein Traubenzucker gefunden; der Säuregehalt der Flüssigkeit nahm allmählich zu, es bildete sich in ihr Milchsäure, sie bekam jedoch nicht die Eigenschaft Kupferoxyd zu reduciren. In andern Fällen, in welchem Magensaft angewandt wurde, der schon eine Zeitlang mit der Luft in Berührung gewesen war, trat die Alkoholgährung ein, es entwickelte sich Kohlensäure in reichlicher Menge, und ein Sediment von Hefepilzen setzte sich ab [2]). Bouchardat und Sandras [3]) behaupten, daß sich Rohrzucker unter dem Einflusse des Magensafts in Traubenzucker und Milchsäure umwandele. Nur in dieser Form sei er für die Zwecke des Organismus verwendbar, als Rohrzucker injicirt, erscheine er unverändert im Harne wieder. Das Letztere muß ich allerdings bestätigen, allein von jener Umwandlung des Rohrzuckers

---

[1]) Bei chronischem Katarrh des Magens ist auch das lange Zurückgehaltenwerden der Ingesta und die verlangsamte Auffaugung in Anschlag zu bringen, wodurch Zeit für weitere Metamorphosen gewonnen wird. Bei einem Individuum, welches an Buttersäure reiche Massen ausbrach, kamen nicht selten Substanzen zum Vorschein, die 2 bis 3 Tage vorher genossen waren.

[2]) Tiedemann und Gmelin (a. a. O. Bd. II. S. 186) fütterten eine Gans bloß mit Rohrzucker. Sie lebte noch 22 Tage lang, worauf sie starb, nachdem ihr Gewicht um 1 Pfund 9 Unzen abgenommen hatte. Man konnte Zucker im Magen und Dünndarm, sowie im Blute nachweisen, im Coecum und Rectum fehlte er. Alle Theile des Darmcanals rötheten Lackmus, am stärksten die untere Hälfte des Dünndarms. Es scheint sich hieraus eine theilweise Umwandlung des Zuckers in Milchsäure zu ergeben. Ob der Zucker im Darmcanal Trauben- oder Rohrzucker war, bleibt unentschieden.

[3]) Compt. rend. 1845. XX. p. 143—148.

im Magen, habe ich mich nicht überzeugen können, sie wurde, obgleich ich zahlreiche Versuche anstellte, in keinem Falle mit Sicherheit beobachtet. Die Aufnahme verdünnter Zuckerlösungen ins Blutgefäßsystem dürfte außerdem nach den Gesetzen der Diffusion im Magen in kürzerer Zeit von Statten gehe, als jene Metamorphose zu ihrer vollständigen Durchführung voraussetzt.

c. Cellulose.

Diese im Pflanzenreich so weit verbreitete, in allen vegetabilischen Nahrungsmitteln ohne Ausnahme vorkommende Substanz wird weder im Magen, noch im Darmcanal, irgend wie verändert. Nur die in ganz jungen Pflanzentheilen vorkommende Modification der Cellulose, welche dem Amylum noch nahesteht und wie dieses durch Jod gebläut wird, ist den Verdauungssäften zugängig. Reine Cellulose aus älteren Pflanzentheilen, wie aus Hollundermark dargestellt, verweilte in einem Tüllbeutel eingeschlossen 12, 24 bis 48 Stunden im Magen eines Hundes, ohne Veränderungen einzugehen. Ein anderer Theil wurde mehrere Tage mit Speichel, sodann mit Magensaft, und endlich mit Galle digerirt, der Erfolg blieb derselbe. Ebenso verhalten sich die verschiedenartigen Gefäßbündel und die Epidermis der Pflanzen. Einem Hunde wurde roher Weißkohl feingeschnitten, wie er als Salat benutzt wird, in den Magen gebracht; nach 24 Stunden, wo die Masse mit dem Tüllbeutel herausgezogen wurde, war sie durchscheinend geworden, in ihrer Textur aber unverändert geblieben. Ein gleiches Resultat hatten die Versuche mit Gurken und andern grünen Pflanzentheilen. Waren die Stoffe früher gekocht, so trennten sich die Parenchymzellen zum Theil von einander, indem die Intercellularsubstanz sich löste.

d. Gummi.

Arabisches Gummi mit Speichel und Magensaft digerirt quoll auf und löste sich allmählig; Zucker hat sich nach 12, 24 und 48 Stunden nicht gebildet. Die Lösung klebte ebenso gut wie früher, die freie Säure der Mischung hatte sich nicht vermehrt. Dieselbe Substanz wurde Hunden durch die Fistelöffnung oder durch den Mund in den Magen gebracht; die 3 und 4 Stunden nachher herausgenommene Flüssigkeit verhielt sich wie eine einfache Gummilösung.

Tiedemann und Gmelin [1]) fütterten eine Gans ausschließlich mit Gummi; das Thier starb nach 16 Tagen, wo es 1 Pfund an Gewicht verloren hatte. Die während dieser Zeit entleerten Excremente waren grün und fadenziehend; die Contenta des ganzen Darmtractus gaben mit Alkohol und Bleiessig starke Niederschläge, sie reagirten überall sauer, besonders im Blinddarm.

Boussingault [2]) fütterte eine Ente mit 50 Grm. arabischen Gummi's. Die Ausleerungen während der 9 Stunden, die der Versuch dauerte, waren schleimig, etwas sauer, und ließen beim Trocknen einen Rückstand von den Eigenschaften des Gummis, welcher 46 Grm. wog. Fast die ganze Menge des eingeführten Gummis war also unverändert wieder ausgeschieden. Auch

---

[1]) A. a. O. Bd. II. S. 186.
[2]) Expériences sur la digestion. Annal. de Chim. et de Phys. T. XVIII. p. 444.

Blondlot [1]) sah bei 24stündiger Digestion von Gummi keine Veränderung eintreten. Es ergiebt sich also, daß Gummi im Magen und Darmcanal nicht verdaut wird, sondern größerentheils unverändert wieder zu Tage tritt.

e. Pflanzenschleim

wurde 18 Stunden lang mit Speichel und Magensaft digerirt: er quoll stark auf, blieb indeß was er war. Auch auf Zusatz von Galle und eines Stückchens pankreatischer Drüse trat keine Veränderung ein. Ein alter Hahn wurde während dreier Tage mit Gummi Tragacanthae gefüttert. Das Thier befand sich dabi sehr schlecht, war traurig und niedergeschlagen. Als es am 4ten Tage getödtet wurde, fand sich im Vormagen eine beträchtliche Menge aufgequollenen Traganths von schwach saurer Reaction, welcher mit Wasser angerührt und filtrirt wurde. Das farblose Filtrat enthielt nur Spuren von organischer Materie; durch Siedhitze und Alkohol wurde es nicht getrübt. Zucker, in welchem der Pflanzenschleim bei der Behandlung mit Schwefelsäure übergeht, fehlte gänzlich. Im Dünndarm fand sich eine schleimige, gelb gefärbte Masse, oben von neutraler, unten von alkalischer Reaction. Sie enthielt große Mengen aufgequollenen Traganths. Das Filtrat wurde durch Kochen schwach getrübt, enthielt keinen Zucker. Im Dickdarm lagen viele braun gefärbte Excremente mit weißen Streifen von dickem Schleime untermengt, sie reagirten alkalisch; die Cloake enthielt außerdem noch harnsaures Ammoniak. In den Ausleerungen waren ebenfalls nicht unbedeutende Mengen Schleim nachweißlich.

Versuche mit derselben Substanz, welche bei einem jungen Hunde angestellt wurden, führten zu einem gleichen Resultate. Der Pflanzenschleim geht also im Darmcanal keine Veränderungen ein, er wird der Hauptsache nach als solcher wieder ausgeschieden. Die günstigen Erfolge, welche die ärztliche Praxis von den schleimreichen Pflanzentheilen, wie von Salep, Carragheen &c. bei ihrer Anwendung als Nutrientia und Roborantia gesehen haben will, bleiben hiernach unerklärlich.

f. Pectin.

Die ersten Versuche, welche über die Verdauung dieses in den vegetabilischen Nahrungsmitteln häufig vorkommenden Stoffes angestellt wurden, rühren von Blondlot her. Die Pflanzengallerte wurde theils direct in den Magen eines Hundes gebracht, theils mit Labsaft digerirt; weder in dem einen, noch in dem anderen Falle wurde die Substanz verändert; auf Zusatz von Kalilauge konnte sie nach wie vor in Pectinsäure verwandelt werden. Die von mir erhaltenen Resultate stimmen mit dieser Angabe überein. Eine aus reifen Aepfeln dargestellte Pectinlösung blieb nach 24stündiger Digestion mit dem Magensaft eines Hundes was sie war; sie konnte durch Alkohol gefällt, durch Kali in Pectinsäure übergeführt werden. Um den Einfluß kennen zu lernen, welchen der saure Magensaft auf das unlösliche, nach dem Auspressen der Früchte zurückbleibende und durch Kochen mit verdünnten Säuren ausziehbare Pectin übt, wurden sorgfältig ausgewaschene Aepfeltreber theils mit Magensaft, theils mit verdünnter Salzsäure von entsprechender Stärke 24 Stunden behandelt. Die Filtrate enthielten weder in dem einen, noch in dem anderen Falle aufgelöstes Pectin.

---

[1]) l. c. p. 298.

g. Alkohol.

Schon Leuret und Lassaigne hoben hervor, daß im Magen alle Bedingungen erfüllt seien, welche die Umwandlung von Alkohol in Essigsäure befördern können. Den genaueren Nachweis dieser Metamorphose blieben sie indeß schuldig. Die späteren Beobachtungen, welche ergaben, daß bei übermäßigem Genuß spirituoser Getränke in den hydropischen Ergüssen, sowie besonders in den Perspirationsmaterien unveränderter Alkohol vorkomme, lenkten die Aufmerksamkeit von diesem Punkte ab, und man kam stillschweigend dahin überein, daß der Alkohol bei seiner Aufnahme in das Gefäßsystem keine Umwandlung erleide. In neuester Zeit wurde von Bouchardat und Sandras[1]) eine Reihe von Versuchen über die Verdauung des Alkohols und seine weitere Verwendung im Organismus angestellt, durch welche sie zu dem Resultat gelangten, daß die Spirituosen in den ersten Wegen nicht verändert, sondern als solche von den Venen des Magens und Darmcanals, nicht aber von den Chylusgefäßen in's Blut übergeführt werden. Aus dem Blute werde er nicht durch secernirende Organe ausgeschieden, von den Lungen auch nur zum geringeren Theile exhalirt[2]), sondern er oxydire rasch zu Kohlensäure und Wasser, nebenher entstehe meistens Essigsäure. Zur Prüfung dieser Angabe wurde von uns einem großen Hunde Spiritus in bedeutender Menge in den Magen injicirt. Das Thier wurde sehr betrunken, lag vollkommen apathisch da. Die Respiration wurde bis auf 44 Mal in der Minute beschleunigt. Die ausgeathmete Luft roch stark nach Alkohol und röthete feuchtes Lackmuspapier intensiv. In einem Kühlrohr condensirt, lieferte sie eine Flüssigkeit, welche unzweifelhaft Alkohol enthielt. Bei der Eröffnung der Jugularvenen floß normal gefärbtes (nicht, wie meistens angegeben wird, ungewöhnlich dunkles) Blut aus. Dasselbe wurde gesammelt und mit Schwefelsäure destillirt. Das Destillat roch deutlich nach Essigsäure und röthete blaues Lackmuspapier intensiv. Die Magencontenta waren stark sauer und enthielten noch ansehnliche Mengen unveränderten Alkohols; Essigsäure war im Destillate derselben nicht nachweislich. Ein zweiter Versuch führte zu demselben Resultate.

Im Wesentlichen bestätigen sich also die Angaben von Bouchardat und Sandras, nur die Farbenveränderung des Bluts war nicht sichtbar; auch ging eine weit größere Menge unveränderten Alkohols mit der Lungenexhalation, als die beiden französischen Forscher beobachtet zu haben scheinen, fort.

2 Die fetten Körper.

Die Verdauung der fetten Körper hat die Forscher vielfach beschäftigt. Tiedemann und Gmelin, Bouchardat und Sandras, Blondlot, Bernard und Barreswil gelangten sämmtlich zu dem Resultate, daß die Fette im Magen außer der Schmelzung durch die Wärme keine wesentliche Veränderung erleiden. Die von mir über diesen Punkt angestellten Experimente laufen auf dasselbe hinaus. Am anschaulichsten läßt sich die Unveränderlichkeit der Fette im Magen bei der Verdauung der Milch darthun. Hier

---

[1]) Ann. de Chim. et Phys. Octobr. 1847.

[2]) Ein erwachsener, an Spirituosen gewöhnter Mann nahm im Verlauf einer Viertelstunde 200 Grm. Alkohol mit 100 Grm. Wasser. Die ausgeathmete Luft wurde zwei Stunden lang in einem Kühlapparat condensirt. Sie enthielt nur Spuren von Alkohol, der gelassene Harn gar keinen.

findet man zu Anfange im Magen die gewöhnlichen Milchkügelchen; je mehr sodann der Käsestoff der Einwirkung des Magensafts unterliegt, desto größer werden die Fetttröpfchen, welche immer mehr zusammenfließen und zuletzt fast allein übrig bleiben, nachdem der verflüssigte Käsestoff aufgesogen ist. Ein Hund, welcher mit Butter gefüttert war, hatte 5 Stunden nachher noch einen Theil desselben unverändert im Magen; ein anderer wurde im oberen Theil des Dünndarms wiedergefunden. Beaumont machte die Beobachtung, daß nach Genuß fettreicher Speise nicht selten Galle in den Magen St. Martin's übertrat.

B. Die Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe der eiweißartigen Körper und der Gelatine.

Die bisher berührten Processe gehen zwar sämmtlich im Magen vor sich, sind indessen keineswegs als die eigentliche Aufgabe des Magensafts zu betrachten. Die Auflösung der anorganischen Nutrimente erfolgt nach einfachen Affinitätsgesetzen durch die freie Säure; die Umwandlung der Kohlehydrate ist das Werk der Mundflüssigkeit. Der Act der Verdauung, welchen nur der Magensaft zu realisiren vermag, bei welchem kein anderer Theil der Digestionsorgane sich betheiligen, die Function des Magens ergänzen kann, ist die Auflösung und Umsetzung der eiweißartigen Stoffe, deren genauere Erörterung uns noch übrig bleibt.

Die zahllosen Versuche, welche von früheren Beobachtern über die Verdauung geronnener Proteinstoffe angestellt wurden, haben nicht zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt. Die Meinungsverschiedenheiten über diesen Gegenstand haben ein besonderes Interesse, weil derselbe für die Theorie der Magenverdauung maßgebend ist. Die Frage dreht sich lediglich darum, ob die verdauten Proteinstoffe einfache Verbindungen mit Säuren sind, oder ob ihr Molekularzustand noch weitere Veränderungen erfahren hat. Ist das Erstere der Fall, so stellt sich die Magenverdauung als das Resultat einfacher Affinitätswirkung dar; im letzteren Falle kann sie nicht als solche betrachtet werden. Die Antwort ist sehr verschieden ausgefallen. Wir werden, um eine klare Uebersicht über den Stand der Sache zu geben, die Angaben der hauptsächlichsten Forscher mittheilen und diesen die eigenen Beobachtungen anreihen.

Tiedemann und Gmelin[1]) fanden im Magen von Thieren, welche mit geronnenem Eiweiß gefüttert waren, ein stark saures Fluidum, welches durch Siedhitze gefällt wurde. Bei der Verdauung von Faserstoff wurde das Filtrat nicht durch Kochen getrübt, aber durch Blutlaugensalz gefällt. Verdauter Käsestoff hatte die gewöhnlichen Eigenschaften eiweißartiger Körper eingebüßt; die Flüssigkeit veränderte sich durch Siedhitze und Salpetersäure nicht, wurde aber durch Zinnchlorid, Galläpfeltinctur und Sublimat stark gefällt.

Schwann[2]) bemerkt, daß durch künstliche Verdauung gelöstes Eiweiß alle diese Substanz charakterisirenden Reactionen verloren habe; dasselbe verwandle sich in Osmazom und Speichelstoff und in eine dritte, durch kohlensaure Alkalien fällbare Materie.

Wasmann[3]) dagegen konnte, bei Vergleichung von Albumin, welches in Säuren, und anderem, welches in Magensaft gelöst war, keinen Unter-

[1]) A. a. O. Bd. I. S. 165, 168, 178.
[2]) Müller's Archiv, 1836.
[3]) l. c. p. 27.

schied wahrnehmen. Die Lösung wurde von Kaliumeisencyanür gefällt, durch Salpetersäure und Salzsäure weiß präcipitirt u. s. f. Bei vorsichtiger Neutralisation mit kohlensaurem Natron entstand ein starker Niederschlag, welcher in Wasser unlöslich ist, von Essigsäure aber gelöst und durch Kaliumeisencyanür, sowie durch Mineralsäuren wieder gefällt wurde.

J. Vogel's[1]) Beobachtungen stimmen der Hauptsache nach mit denen von Wasmann überein.

Mialhe[2]) nennt das Product der Auflösung eiweißartiger Stoffe im Magen Albuminose. Dieselbe werde durch Kochen, Salzsäure und Salpetersäure nicht gefällt, wohl aber durch Sublimat und Gerbsäure.

Es ist unmöglich, aus diesen Angaben, von denen kaum zwei übereinstimmen, ein Resultat zu ziehen. Eigene Untersuchungen über diesen Punkt, welche in größerer Anzahl theils durch künstliche Verdauung, theils an Magencontentis getödteter Thiere angestellt wurden, ergaben constant, daß vollständig verdaute, eiweißartige Körper die für diese Substanzen charakteristischen Eigenschaften vollständig verlieren. Die Lösung wird durch Siedhitze nicht verändert, durch Kaliumeisencyanür nicht gefällt. Concentrirte Salpetersäure erzeugt keinen Niederschlag, beim Kochen stellt sich die gelbe Färbung der sg. Xanthoproteinsäure ein. Kohlensaure Alkalien fällen die organische Substanz nicht; eine schwache Trübung, welche wahrnehmbar wird, rührt von Kalksalzen her; Alkohol, Quecksilberchlorid, Bleiessig, vor allen Gerbsäure bilden starke Präcipitate. Diese Veränderung des Molekularzustandes der Proteinstoffe tritt indeß erst allmählig ein. Zu Anfange des Processes findet man im Filtrat Stoffe, welche, wie Wasmann u. A. angeben, noch durch Siedhitze zu Blutlaugensalz, sowie durch Neutralisation mit kohlensaurem Alkali und durch überschüssige Mineralsäuren gefällt werden; nach und nach verschwinden diese immer mehr und es bleibt bloß das Endproduct mit den angegebenen Eigenschaften übrig, welches wir der Kürze halber mit Mialhe Albuminose nennen wollen. Wir werden hierfür bei der Beschreibung der Verdauung der einzelnen eiweißartigen Verbindungen Belege liefern. Daß die Elementarzusammensetzung jener Stoffe hierbei nicht verändert wird, ist schon oben nachgewiesen worden.

a. Flüssiges Eiweiß.

Prout[3]) meinte, flüssiges Eiweiß werde im Magen coagulirt, um sodann wieder aufgelöst zu werden. Dieselbe Angabe machte Beaumont, welcher im Magen St. Martin's diese Gerinnung gesehen haben wollte. Die Angaben sind irrthümlich; flüssiges Eiweiß erleidet im Magen keine Veränderung, es wird als solches mit Zurücklassung der Zellhäute aufgenommen. Tiedemann und Gmelin[4]) gaben einem Hunde das Eiweiß von 8 Eiern; nach drei Stunden fanden sie im Magen nur noch zwei Drachmen Flüssigkeit, welche beim Kochen ein dickes Coagulum bildete. Blondlot[5]) machte eine ähnliche Beobachtung. In $2\frac{1}{2}$ Stunde war das Weiße von 4 Eiern vollständig aus dem Magen verschwunden. Flüssiges Eiweiß wird also in kurzer Zeit unverändert aufgenommen.

---

[1]) Ann. d. Chemie und Pharm. Bd. 30. S. 41.
[2]) Gaz. méd. de Paris, 1846. N. 32. suppl. Compt. rend. Août, 1846.
[3]) Chemistry. Meteor. and the function of Digestion. 1834. p. 494.
[4]) A. a. O. Bd. I. S. 299.
[5]) l. c. p. 266.

b. Flüssiger Käsestoff, vergl. Milch.

c. Faserstoff.

Das coagulirte Fibrin quillt, mit Magensaft digerirt, in ähnlicher Weise auf, wie in verdünnten Säuren; es wird halbflüssig, zerfällt sodann und löst sich zu einer trüben Flüssigkeit. Die Auflösung erfolgt rascher, als die des geronnenen Albumins[1]). Langsamer tritt die Wirkung ein, wenn der Faserstoff vorher gekocht war. Die Filtrate des verdauten Faserstoffs wurden Anfangs von Salpetersäure und Kaliumeisencyanür gefällt; später verhielt sich die Flüssigkeit ganz wie das verdaute Albumin. Vergl. ferner die Beobachtungen von Tiedemann und Gmelin a. a. O. Bd. I. S. 168, und Blondlot's Traité, p. 259.

d. Pflanzeneiweiß,

aus gepreßtem Safte von Weißkohl dargestellt, verhielt sich gegen Magensaft ganz wie thierisches Albumin.

e. Kleber

wird ziemlich schnell durch künstlichen Magensaft gelöst: in 4 bis 6 Stunden war die Masse in eine trübe Flüssigkeit verwandelt. Dieselbe Wirkung äußern auf rohen Kleber reine verdünnte Säuren. Langsamer erfolgte die Auflösung, wenn die Substanz vorher eine Zeitlang der Siedhitze ausgesetzt war; hier schien die Gegenwart der Magenfermente unerläßlich.

f. Legumin,

aus Linsen dargestellt, verhielt sich gegen Magensaft wie Kleber, es löste sich in kurzer Zeit, die Flüssigkeit blieb aber trübe.

Anhang. Die Gelatine, der Leim.

Ueber die Verdauung der Gallerte haben mehrere Beobachter, besonders Tiedemann und Gmelin[2]), Beaumont, Blondlot[3]) Versuche angestellt. Alle kommen dahin überein, daß der Leim im Magensaft bei einer Temperatur von 38° C. sehr bald zerfließt und aus dem Magen in's Blut übergeht. Beaumont fand den Magen St. Martin's eine Stunde, nachdem dieser 150 Grm. Gallerte genossen hatte, vollkommen leer; schon nach 20 Minuten war die Masse zerflossen. Die Veränderungen, welche die Gelatine hierbei erleidet, bestehen darin, daß die Eigenschaft, beim Erkalten zu gelatiniren und durch Chlor gefällt zu werden, verloren geht[4]).

Dampft man das Filtrat der Magencontenta von Hunden, welche mit Kalbsknochen gefüttert wurden, bis zur Syrupsconsistenz im Wasserbade ein,

[1]) 1,5 Grm. Faserstoff und ein Eiweißwürfel von 0,84 Grm. wurden zusammen, in einem Tüllbeutel eingeschlossen, durch die Fistelöffnung einem Hunde eingeführt. Der Faserstoff war nach 2 Stunden verschwunden, von Eiweiß war noch ein ansehnlicher Ueberrest.

[2]) Bd. I. S. 171.

[3]) l. c. p. 288—92.

[4]) Nach Wasmann (p. 29) ist das Letztere nicht der Fall. Man kann sich indeß leicht bei jedem Versuche davon überzeugen.

so gesteht sie nicht beim Erkalten, sie leimt nicht mehr und wird nicht durch Chlor gefällt, mit Gerbsäure dagegen giebt sie den charakteristischen zähen Niederschlag. Der Verlust des Gelatinirens und der Fällbarkeit durch Chlor ist Wirkung des Magenferments; Digestion mit verdünnten Säuren hat diesen Erfolg nicht.

Die leimgebenden Gewebe gehen, wenn sie vorher gekocht sind, dieselben Veränderungen mit Leichtigkeit ein. Bindegewebe und Fettzellgewebe, welche durch die Fistelöffnung in den Magen eines Hundes gebracht wurden, waren nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden aus dem Tüllbeutel verschwunden. Knorpel lösen sich schon langsamer, sie werden undurchsichtig und zuletzt mit Zurücklassung der Kerne verdaut.

Fascien und Sehnen, überhaupt Gebilde, welche reich an elastischen Fasern sind, widerstehen dem Magensaft lange. Im rohen Zustande eingeführt, gehen sie nicht selten ganz unverändert wieder ab.

Die Verdauung zusammengesetzter Nahrungsmittel.

Die verschiedenen Umwandlungsprocesse, denen die einzelnen Nahrungsstoffe während ihres Aufenthalts im Magen unterworfen werden, gehen bei der complicirten Zusammensetzung der gewöhnlichen Speisen fast sämmtlich gleichzeitig vor sich. Der Chymificationsproceß stellt auf diese Weise ein verwickeltes Ineinandergreifen verschiedenartiger Vorgänge dar, welche theils in demselben Augenblicke, theils dagegen, je nach dem größeren oder geringeren Widerstande, welche die einzelnen Bestandtheile der Nutrimente dem Magensaft entgegensetzen, nach einander erfolgen. Wesentliche Modificationen erfahren durch dieses Zusammentreten die einzelnen Processe nicht, sie erfolgen im Wesentlichen ganz in der eben beschriebenen Weise. Einzelne Abweichungen, besonders in Bezug auf die Zeit, in welcher die Metamorphosen beendet werden, ferner in der Vollständigkeit, mit der sie vor sich gehen, hängen von der mechanischen Anordnung der einzelnen Theile der Nahrung, von ihrem Aggregatzustande, von dem Vorhandensein oder Fehlen unverdaulicher Bestandtheile 2c. ab. Diese Verhältnisse können hie und da, wie wir sehen werden, selbst auf die Producte der Metamorphose modificirend einwirken. Bei der Wichtigkeit, welche die Verdauung als die erste Quelle der Blutbereitung für die Gesammtheit des vegetativen Lebens hat, mögen hier noch unsere Erfahrungen über die Verdauung der hauptsächlichsten zusammengesetzten Nahrungsmittel Platz finden.

1. Animalische Nahrungsmittel.

a. Die Milch.

Die erste Veränderung, welche die Milch im Magen eingeht, ist die Gerinnung. Der Käsestoff nebst dem Butterfett scheidet sich von dem Serum, welches letztere in kurzer Frist[1]) unverändert nach den Gesetzen der Diffusion in's Blut übergeht. Die eigentliche Verdauung der Milch beginnt erst nach der Entfernung des Serums; die Magenwandungen ziehen

[1]) Tiedemann und Gmelin (Bd. I. S. 193) fanden nach der Fütterung mit Milch bei einem Hunde, dem sie den Pylorus unterbunden hatten, nach 25 Minuten von einem Schoppen Flüssigkeit nur noch die Hälfte.

sich eng um den geronnenen, zu Ballen geformten Käse zusammen, auf welchen der Labsaft jetzt einzuwirken anfängt. Die Lösung des Käsestoffs beginnt zunächst an den Magenwandungen und läßt sich hier am besten mit dem Mikroskop verfolgen. Ueberall nämlich, wo der Käsestoff gelöst wird, fließen die Milchkügelchen, weil sie ihre Hülle einbüßen, zusammen und bilden große Fetttropfen, während im Innern der Coagula, wohin der Einfluß des Magensafts nicht reicht, bloß die gewöhnlichen $1/1000$ bis $1/500'''$ großen Milchkügelchen vorkommen. Allmählig nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden nimmt der Käsestoff mehr und mehr ab, während die Fetttropfen größer werden und an Menge das Uebergewicht erhalten. Aus der Magenfistel eines mit Milch gefütterten Hundes ließen sich nach einer Stunde feste Coagula herausnehmen, nach zwei Stunden war die Menge derselben schon kleiner, ihr Fettgehalt größer, die einzelnen Tropfen umfangsreicher; nach $2\frac{1}{2}$ Stunde war der Mageninhalt bis auf wenige sehr fettreiche Flöckchen leer[1]). Die verdauten, für die Aufnahme in's Gefäßsystem geeignet gewordenen Theile der Milch zeigten nicht immer dasselbe Verhalten. Das Filtrat des Mageninhalts, welches sie enthält, war klar und von mäßig, mitunter von sehr schwach saurer Reaction. Sein specifisches Gewicht betrug in einem Falle 1035, in einem anderen 1032 und in einem dritten 1029. Milchzucker konnte in der ersten, seltener noch in der zweiten Stunde der Verdauung durch die Trommer'sche Probe nachgewiesen werden, später nicht mehr. Während der ersten Zeit der Digestion gerann die Flüssigkeit in der Siedhitze und ließ dicke Coagula fallen (so bei einem Hunde 1 Stunde und bei einem Lamme[2]) $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Fütterung). In späteren Perioden trübte sich dagegen das Filtrat nicht, wurde auch durch Salpetersäure und Kaliumeisencyanür nicht gefällt, sehr stark dagegen durch Gerbsäure[3]) (so bei einem dreitägigen Hunde $1\frac{1}{2}$ und bei einer alten Katze 2 Stunden nach der Fütterung). Durch kohlensaure Alkalien, Aetzammoniak, oxalsaures Ammoniak trübt sich das Filtrat und läßt Kalksalze fallen.

Abnormitäten der Milchverdauung.

Es giebt Fälle, wo der Käsestoff ungewöhnlich fest gerinnt und dann schwierig wieder gelöst wird. Bei einem 3 Wochen alten, an phlegmonösem Erysipelas gestorbenen und mit Harnsäureinfarkt der Nieren behafteten Kinde fanden sich im Magen harte thonartige Massen, welche von normalen Käsegerinnseln durch ihre große Härte und Zähigkeit sich unterschieden. Gleiche Klumpen waren während des Lebens ausgebrochen. Ein ganz ähnliches Verhalten beobachtete ich bei einem zweiten Kinde von $1/2$ Jahre, welches unter den Erscheinungen der Ecclampsie gestorben war. In der Regel wird diese Abnormität von Säurebildung in den ersten Wegen hergeleitet. Diese

---

[1]) Man kann diese Verhältnisse bei jungen Hunden und Katzen, wenn man sie $1/2$ bis 1 Stunde nach der Fütterung mit Milch tödtet, leicht verfolgen. Nach einer halben Stunde ist das Serum lactis vollständig resorbirt, die Magenwände umschließen feste Käsegerinnsel, die inwendig mit Milchkügelchen, nach außen mit großen Fetttropfen vermengt sind.

[2]) Im Vormagen (Pansen, Haube und Blättermagen) des Thieres war die Milch nur schwach coagulirt, reagirte kaum sauer und gab ein trübes Filtrat.

[3]) Tiedemann und Gmelin beobachteten das Letztere bei einem Hunde, welcher 4 Stunden vorher Milch getrunken hatte (Bd. I. S. 191—193.)

ist jedenfalls nicht immer die Ursache; in den eben angegebenen Fällen war die saure Reaction der Magencontenta eine sehr schwache [1].

Abnorme Säurebildung wird bei Milchdiät häufig beobachtet und erklärt sich aus der Leichtigkeit, mit welcher Milchzucker in Milchsäure übergeht. Abnorme Zustände der Fermentkörper, oder verlangsamte Auffsaugung bei Katarrh der Schleimhäute rc. geben dazu die gewöhnlichste Veranlassung.

b. Fleisch.

Das rohe Muskelfleisch verändert während seines Aufenthalts im Magen zunächst die Farbe, welche vom Rothen ins Graubraune übergeht; die Oberfläche erweicht sodann und zerfällt allmählig breiartig. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man, wie die Primitivbündel der Muskeln sich von einander trennen, ihre Hülle, das Sarkolema verlieren, sodann nach dem Verlaufe der Querstreifen in transversale Bruchstücke zerfallen, sich gewissermaßen abblättern und endlich zu einer krümlichen Masse werden. Die einzelnen, die Muskelsubstanz constituirenden Theile sind also von ungleicher Löslichkeit. Das zarte Bindegewebe wird zunächst gelöst, worauf die Primitivbündel sich trennen, sodann das Sarkolema und endlich die zwischen den Querstreifen liegende Substanz. Dies Zerfallen erfolgt langsam und schreitet von der Oberfläche allmählich gegen die Tiefe. Im Magen einer Katze waren 4 Stunden nach der Fütterung mit rohem Rindfleisch nur die oberflächlichen Schichten der Fleischstücke erweicht. Rohes sowie auch gekochtes Fleisch in einem Tüllbeutel durch die Fistelöffnung in den Magen gebracht, bedurfte 5 bis 8 Stunden, ehe der Beutel leer wurde. Von wesentlichem Einflusse auf das langsamere oder raschere Zerfallen ist die Breite der Fasern. Die von älteren Thieren, welche zum Theil doppelt so breit sind, als die jüngerer, wurden immer 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden später verdaut. Von geringerem Einfluß erschien das Durchwachsensein mit Fettzellgewebe. Das Fett floß im Magen bald aus, und die Muskelfasern zerfielen nun in derselben Weise.

Fig. 69.



Das gekochte oder gebratene Fleisch wurde im Allgemeinen schneller verdaut, als das rohe, weil der Magensaft mit größerer Leichtigkeit in die Interstitien der Fasern eindringt. Der Unterschied betrug, wenn gleich große Stückchen roher und gekochter Substanz mit dem Tüllbeutel in die Magenhöhle gebracht waren, gewöhnlich eine halbe Stunde [2]. Künstliche Verdauungsversuche führten zu demselben Resultate. Es muß hiebei bemerkt werden, daß es in keinem Falle gelang, Muskelfasern durch die Einwirkung des Magensafts zur vollständigen Auflösung zu bringen, auch wenn die Versuche wochenlang fortgesetzt wurden; ferner daß bei keinem Thiere, welches mit Fleisch gefüttert war, Bruchstücke von Primitivbündeln in Darmcanal und [illegible]

---

[1]) Zur Coagulation des Käsestoffs durch Lab ist, wie schon Berzelius, Mitscherlich u. A. bemerkten, freie Säure nicht unerläßlich. Milch, welche von mir mit kohlensaurem Natron versetzt war, gerann nichts destoweniger durch Labsaft. Die Masse reagirte nach der Coagulation noch alkalisch. In gleicher Weise verhielt sich eine Lösung reinen Käsestoffs.

[2]) Auch Tiedemann und Gmelin (Bd. I. S. 195) und Blondlot (S. 308) machten eine ähnliche Beobachtung.

den Excrementen fehlten. Eine vollständige Auflösung der Fleischfasern erfolgt wohl niemals, der größere Theil der Fasern wird unbenutzt wieder ausgeschieden [1]). Der Nutritionswerth des Fleisches fällt aus diesem Grunde viel geringer aus, als man nach seiner chemischen Zusammensetzung erwarten sollte [2]). Das Filtrat der Magencontenta bei Fleischdiät reagirt in allen Fällen stark sauer, ist klar, bald farblos, bald gelb gefärbt. Die in ihm enthaltenen verdauten Proteinkörper zeigen dieselben Verschiedenheiten, welche wir bereits bei der Verdauung der Milch kennen gelernt haben. Sie wurden bald beim Kochen der Flüssigkeit gefällt, bald dagegen konnten sie weder durch Siedhitze, noch durch Salpetersäure oder Kaliumeisencyanür niedergeschlagen werden. Immer färbte sich die Lösung, wenn sie mit Salpetersäure erhitzt wurde, intensiv gelb und wurde durch Gerbsäure präcipitirt. Kohlensaure Alkalien schlagen eine weiße Masse nieder, welche größtentheils aus Kalksalzen besteht. Nur einmal gab dieselbe an Kalilauge eine geringe Menge organischer Materie ab, welche die Eigenschaften der eiweißartigen Körper hatte.

c. Knochen.

Die Verdauung der Knochen hat zwar als solche für die menschliche Physiologie nur ein geringes Interesse; sie gewinnt jedoch für dieselbe einige Bedeutung durch das Verhalten, welches im Uebermaaß eingeführte Kalksalze dem sauren Magensecret gegenüber darbieten. Boerhaave und Haller stellten die Verdaulichkeit der Knochen überhaupt in Abrede; Réaumur und Spallanzani [3]) wiesen indeß dies Factum unbestreitbar nach, Tiedemann und Gmelin [4]), Blondlot und Andere bestätigten es. Ein Hund, welcher 4 Stunden nach der Fütterung mit Kalbsknochen getödtet wurde, enthielt im Magen eine ansehnliche Menge fadenziehender trüber Flüssigkeit von saurer Reaction, außerdem waren noch Knochen und Knorpelstücke vorhanden. Die ersteren hatten wenig an Härte verloren, in den letzteren waren die Zellen und Kerne noch deutlich. Das Filtrat wurde durch Siedhitze schwach opalisirend, durch Gerbsäure stark gefällt; der Niederschlag war fadig und klebte fest dem Glase an. Durch Chlor entstand keine Trübung. Eingeengt gelatinirte das Fluidum beim Erkalten nicht, auch die Fähigkeit zu Leimen war verloren gegangen. Auf Zusatz von Aetzammoniak wurde eine mäßige Menge von Erdphosphaten gefällt. Durch oxalsaures Ammoniak entstand ein stärkerer Niederschlag [5]). Ein Theil des Filtrats wurde eingetrocknet und mit Alkohol extrahirt; beim Einäschern hinterließ das Extract eine mäßige Menge kohlensaurer Kalkerde (aus milchsaurer Kalkerde gebildet).

---

[1]) Spallanzani, Leuret und Lassaigne, Schultz, Blondlot deuten in ihren Versuchen mehr oder minder bestimmt die unvollständige Lösung der Muskelfasern an. Am meisten beweisend sind die Erfahrungen des geistreichen Abbé Spallanzani. Von 80 Grn. gekochten und gekauten Kalbfleisches, welche er, in einem Beutel eingeschlossen, verschluckte, gingen nach 18 Stunden 11 Grn. wieder ab; von 80 Grn. ungekochten Fleisches gingen nach 37 Stunden 34 Grn. trockener faseriger Masse ab. Von 56 Grn. rohen Kalb- und Ochsenfleisches wurden am anderen Tage 14 Grn. des ersten und 23 Grn. des letzten entleert. Expérienc. sur la digestion p. 237—242.

[2]) Die tägliche Erfahrung steht hiermit vollkommen in Einklang; gleiche Gewichtstheile eiweißartiger Stoffe, in Form von Eiern, sind weit nahrhafter, als in der von Fleisch.

[3]) Expérienc. p. 224.

[4]) Bd. I. S. 197 ffg.

[5]) Blondlot will seiner Theorie gemäß in solchen Filtraten durch oxalsaures Ammoniak keine stärkere Trübung, als im reinen Magensaft gesehen haben.

Die Verdauung der Knochen hat keine Aehnlichkeit mit der Art und Weise, wie verdünnte Säuren auf dieselben einwirken. Die Knochen werden nicht durchscheinend, knorpelartig biegsam, sondern sie zerfallen von der Oberfläche, indem die knorpelige Grundlage durch den Magensaft gelöst wird, während die Kalksalze größtentheils zurückbleiben. Im Darmcanal von Hunden, welche sich mit Knochen nähren, sammeln sich auf diese Weise die Kalksalze an, während die Gelatine gelöst und größtentheils ins Gefäßsystem übergeführt wird [1]).

2. Vegetabilische Nahrungsmittel.

Die vegetabilischen Nutrimente setzen im Allgemeinen den Digestionsorganen weit größeren Widerstand entgegen, als die animalischen. Die Nahrungsstoffe sind größtentheils eingeschlossen in Zellenhüllen, welche aus unlöslicher Cellulose bestehen, außerdem sind sie meistens nach außen umgeben von Epidermis und in verschiedenen Richtungen von Gefäßbündeln durchzogen. Vollständig verdaut werden vegetabilische Nahrungsmittel, wenn wir von der reinen Stärke, dem Zucker rc. absehen, niemals; immer bleibt ein großer Theil unverändert zurück. Die Unzugänglichkeit der vegetabilischen Nahrungsstoffe für die Verdauungssäfte macht die Digestion derselben weit langsamer, als die der animalischen; ihre Bestandtheile können nur allmählig gelöst und den Organen des Kreislaufs überantwortet werden, fast immer bleibt ein Theil unbenutzt. Der Nutritionswerth der Vegetabilien ist daher kleiner, als die chemische Analyse angiebt.

a. Brot.

Versuche über die Verdauung des Brots, wurden wegen der Wichtigkeit dieser Substanz in größerer Zahl angestellt, theils bei Hunden mit Magenfisteln, theils bei andern, welche längere Zeit ausschließlich mit Brot gefüttert wurden, um das Verhalten desselben im Verlaufe des ganzen Digestionscanals zu verfolgen [2]). Die Veränderungen, welche Brot im Magen erleidet, sind sehr einfacher Natur. Das Amylum setzt sich in kurzer Frist zu Dextrin und Zucker um; die Filtrate röthen sich auf Zusatz von Jodsolution und lassen beim Verdunsten eine gummiähnliche Masse zurück, aus der Spiritus Traubenzucker extrahirt. Die eiweißartigen Stoffe des Brots werden gleichzeitig gelöst und sind im Filtrate des Chymus bald in Form des durch Siedhitze fällbaren Albumins vorhanden [3]), bald dagegen und häufiger haben sie die Eigenschaften der Albuminose angenommen, werden nur durch Gerbsäure u. s. w. gefällt. Kohlensaure Alkalien erzeugen immer in den Chymusfiltrate von Brot Niederschläge von Kalk- und Talkerdesalzen. Läßt man dasselbe eine Zeitlang in der Brutwärme oder auch bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so schreitet die Metamorphose weiter, das Dextrin verschwindet allmählig, ein Theil des Zuckers setzt sich in Milchsäure um. — Unterschiede bei der Verdauung von Weizen- und Roggenbrot konnten nicht wahrgenommen werden. In Bezug auf die Zeitdauer, welche der Verdauungsproceß des Brots in Anspruch nimmt, wurden mehre Versuche angestellt.

---

1) Vergl. Blondlot's Traité p. 316 seqq.
2) Es wurden außerdem Katzen, Kaninchen, Esel rc. zu diesen Versuchen verwandt.
3) So bei einem Hunde, welcher eine zeitlang bloß mit Roggenbrot gefüttert war.

Drei Stunden nach der Fütterung mit Brot enthielt der Magen eines mit der Fistel versehenen Hundes noch den größern Theil des Genossenen; nach 4 Stunden nahm die Menge ab, indessen waren nach 5 bis 6 Stunden noch Ueberreste vorhanden. Wurde das Thier mit Kartoffeln und Brot gleichzeitig genährt, so war das letztere immer eher verdaut, als das erstere. Mit gekochtem Fleisch verhielt sich die Sache umgekehrt. Der Verdauungsproceß des Brots war bei den verschiedenen Thieren und beim Menschen, wo erbrochene Stoffe untersucht wurden, im Wesentlichen derselbe.

b. Kartoffeln.

Die Schwierigkeiten, welche hier der Umwandlung des Amylums entgegenstehen, sind bereits oben erörtert. Aehnlich verhält sich der Vorgang

c. bei den Hülsenfrüchten.

Bei diesen kommt außerdem noch die vollkommen undurchdringliche Epidermisschicht in Betracht. Wo die letztere unverletzt bleibt, findet überall keine Verdauung Statt.

d. Die grünen Pflanzentheile

werden, wenn sie roh in den Magen gelangen, sehr wenig verändert. Endivien, Lattich, Kohl 2c., welche fein zerschnitten in einem Tüllsäckchen durch die Fistelöffnung eingebracht waren, erschienen nach 24 Stunden blasser, biegsamer, durchscheinend, im Uebrigen aber unverändert. Im gekochten Zustande wurden sie mehr angegriffen, die Parenchymzellen trennten sich zum Theil von einander; die Zellen selbst mit dem Chlorophyll, ferner die Gefäßbündel blieben wie sie waren.

Ueber die Verdaulichkeit der Nahrungsmittel.

Man hat sich schon zu wiederholten Malen bemüht, die Nahrungsmittel nach ihrer Verdaulichkeit zu classificiren: die Zeitdauer zu ermitteln, welche einzelne Nutrimente zu ihrer Auflösung im Magen bedürfen und den Widerstand genauer kennen zu lernen, welchen sie den Digestionsorganen entgegensetzen. Es ist schwierig über diese, in mehrfacher Beziehung, besonders für die Diätetik des gesunden und kranken Zustandes interessanten Punkte genügende Angaben zu liefern, weil bei dem Verdauungsprocesse viele Factoren concurriren, die unmöglich alle in Rechnung gebracht werden können, um so weniger, als manche derselben gar keine feststehende Größen sind, sondern fast in jedem einzelnen Falle anders gefunden werden. Die Versuche über die Digestibilität der Speisen, welche von mehreren Forschern, namentlich von Gosse, Schultz, Beaumont und Lallemand in großer Anzahl angestellt wurden, haben daher, wie es nicht anders zu erwarten stand, zu wenig übereinstimmenden Resultaten geführt, manche derselben stehen sogar mit der täglichen Erfahrung, welche Jeder an sich selbst machen kann, in directem Widerspruch. Ich will die hauptsächlichsten Ergebnisse, weil sie

als directe Beobachtungen einigen, wenn auch nur individuellen Werth haben, hier mittheilen, ohne sie jedoch als Grundlage diätetischer Regeln empfehlen zu wollen.

Gosse[1]) besaß das Vermögen, durch Hinabschlucken von Luft zu jeder Zeit den Inhalt seines Magens nach außen entleeren zu können. Er theilte nach den Erfahrungen, welche er auf diese Weise machte, die Nahrungsmittel in drei Rubriken. Die erste derselben umfaßt die schwerverdaulichen Substanzen, d. h. solche, die in der gewöhnlichen Frist nicht chymificirt waren, die zweite, die weniger schwerverdaulichen, die dritte, die leicht verdaulichen, d. h. solche, welche in 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunde in Chymus verwandelt waren.

I.	II.	III.
A. Animalische Stoffe:	A. Animalische Stoffe:	A. Animalische Stoffe:
Sehnen und Aponeurosen, Knochen, Fett, hart gekochtes Eiweiß.	Schweinefleisch, Blut, hart gekochtes Eigelb, Eierkuchen und Spiegeleier.	Kalbfleisch, junges Hammelfleisch, Geflügel, weiche Eier, Milch, gekochte Fische.
B. Vegetabilische:	B. Vegetabilische:	B. Vegetabilische:
Champignons und Trüffeln, ölhaltige Saamen, Nüsse, Mandeln, Oliven ꝛc. Die Hülsen der Erbsen, Linsen und Bohnen, sowie der Gerste, die Haut der Kirschen, Aprikosen und Pflaumen, die Schalen des Kernobstes ꝛc.	Rohe Salatkräuter, Huflattich, Löwenzahn, Brunnenkresse, Endivien, Weißkohl, Zwiebeln, rothe und gelbe Rüben, warmes Brot, Pasteten. Alle diese Substanzen verloren an Verdaulichkeit, wenn sie mit Oel vermischt wurden.	Spinat, Selleri, Spargeln, Muß von Früchten, Brei von Roggen, Gerste, Mais, Reiß, Erbsen und Bohnen. Brot, ein Tag alt, Rüben, Kartoffeln ꝛc.

Die Verdauung wurde, nach Gosse, befördert durch folgende Zusätze: Kochsalz, Pfeffer, Zimmt, Muskatnuß, Senf, Meerettig, Cappern, ferner durch Wein und kleine Gaben von Liqueur, durch alten Käse und Zucker.

Verlangsamung der Digestion erfolgte, wenn große Quantitäten warmen Wassers getrunken wurden, ferner durch Säuren, Adstringentien (China), durch alle fetten Stoffe. Ein Gran Kermes, sowie ein Gran Sublimat störten die Verdauung sehr beträchtlich.

C. G. Schultz[2]) stellte seine Beobachtungen über die Verdaulichkeit an Hunden und Katzen an, welche eine bestimmte Zeit nach der Fütterung getödtet wurden. Die Ergebnisse sind zum Theil sehr auffallender Art. So sollen Austern und Fische, sowie alle kaltblütigen Thiere sehr schwer verdaulich sein, Kaffee soll die Digestion bedeutend stören u. s. w. Wir können auf diese Angaben um so weniger Gewicht legen, als sie mit den von W. Beaumont an Menschen gemachten Erfahrungen in Widerspruch stehen.

Beaumont[3]), welcher unter den günstigsten Umständen, während eines Zeitraums von mehreren Jahren, an einem gesunden Menschen seine Beobachtungen anstellen konnte, lieferte zu der uns hier beschäftigenden Frage von allen die zuverlässigsten Data. Zu bedauern ist nur, daß manche wesentlichen Punkte von dem amerikanischen Arzte nicht genügend beachtet wurden. Es gehört dahin, besonders die Angabe über die Mengenverhältnisse der ge-

---

[1]) Spallanzani Expériences sur la digestion par Jean Cenebier. Genève 1783. CXXII. seq.

[2]) De alimentorum concoctione experimenta nova. Berolini 1834.

[3]) Ueber den Magensaft und die Physiol. der Verdauung. Aus dem Englischen von Luden. Leipz. 1834.

genossenen Nahrung im Ganzen und in seinen einzelnen Bestandtheilen, die nothwendiger Weise auf die Zeit der Verdauung im hohen Grade influiren mußten. Außerdem ist zu bemerken, daß der Auflösungsproceß der Nahrungsmittel nicht genau verfolgt wurde. Manche Stoffe werden als nach kurzer Frist verdaut aufgeführt, wie der rohe Kohl nach $2\frac{1}{2}$ Stunden, von denen wir zuverlässig wissen, daß sie nur zum geringeren Theil, oder, wie der Ochsentalg, gar nicht der Einwirkung des Magensafts zugängig sind. Die Zeitangaben Beaumont's sind daher nur gültig für die Frist, in welcher die Nutrimente den Magen verlassen, nicht für die, welche sie zur Verdauung bedürfen.

Wir theilen hier eine Zusammenstellung der wichtigsten an St. Martin gemachten Erfahrungen mit, weil sie jedenfalls über die relative Verdaulichkeit der verschiedenen Speisen interessante Aufschlüsse geben.

Nahrungsmittel.	Zubereitung.	Zeit der Verdauung. St. M.
Reiß	gekocht	1
Schweinsfüße	—	1
Geschlagene Eier		
Forelle und Lachs	—	1 . 30
Weiche süße Aepfel	roh	
Sago	gekocht	1 . 45
Gehirn	—	
Milch	gekocht	
Ochsenleber	gebraten	
Stockfisch	gekocht	2.
Saure Aepfel	roh	
Eier	roh	
Kohlsalat	roh	
Milch	ungekocht	2 . 15
Puter, wilder	geröstet	2 . 18
— , zahmer	gekocht	2 . 25
Wilde Gans	geröstet	
Spanferkel		
Gesottene Bohnen		
Kartoffeln	geröstet	2 . 30
Lammfleisch	gekocht	
Rückenmark	—	2 . 40
Hühnerfricassee		2 . 45
Ochsenfleisch	gekocht	
Harte saure Aepfel	roh	2 . 50
Austern	roh	2 . 55
—	—	2 . 45
Dieselben mit Brot		3
Austern	gedampft	3 . 30
Eier	leicht gekocht	
Beefsteak		
Schinken	roh	3
Mageres Ochsenfleisch	geröstet	

Nahrungsmittel.	Zubereitung.	Zeit der Verdauung. St. M.
Barsch	gebraten	3
Kuchen		
Weizenbrot		
Alter Käse		
Kartoffeln	gekocht	
Harte Eier		3 . 30
Hammelfleischsuppe		
Austernsuppe		
Weiße Rüben	gekocht	
Bratwürste		
Rindfleisch mit vielem Fett		3 . 38
Hammelfleisch im Mittel		3 . 45
Trockenes Brot mit Kartoffeln		3 . 45
Butterbrot mit Kaffee		
Bohnen	gekocht	
Schweinefleisch	geröstet	3 . 50
Zahmes Geflügel	gekocht	
Rindfleisch	gebraten	
Gesalzener Lachs	gekocht	4.
Kalbfleisch	gebraten	
Suppe von sehnigtem Rindfleisch		
Knorpel	gekocht	
Zahme Ente	gebraten	4 . 15
Suppe von Schweinefleisch und Gemüse		
Pöckelfleisch		4 . 30
Wilde Ente	gebraten	
Sehnen	gekocht	
Rindstalg		5 . 30

Die eben über die Verdaulichkeit der verschiedenen Nutrimente mitgetheilten Erfahrungen [1]) dürfen nur mit Umsicht zu allgemeinen Regeln erhoben werden. Die Verdauung bleibt immer das Resultat des gegenseitigen Verhaltens der Digestionsorgane und Nahrungsmittel. Die letzteren sind nicht allein maßgebend. Der erste Factor ist der Magen, welcher abgesehen von pathologischen Zuständen nach Alter, Geschlecht, Gewohnheit ꝛc. gegen dieselben Ingesta ein verschiedenartiges Verhalten zeigt [2]). Blande Nahrung, wie Milch und ähnliche Dinge, welche die Secretion des kindlichen Magens genügend bethätigen und leicht verdaut werden, veranlassen bei Erwachsenen, welche an intensivere Reize gewöhnt sind, nicht selten Beschwerden. Aehnlich verhält es sich mit der Gewohnheit.

An und für sich betrachtet, wird die Verdaulichkeit der Speisen durch folgende Momente bestimmt.

1. Durch die chemische Zusammensetzung. Von ihr hängt es ab, ob und welcher verdauender Agentien die Ingesta bedürfen. Im Wasser leicht lösliche Stoffe, wie die Alkalien, Zucker, Gelatine, Pectin u. s. w. werden unter allen Umständen aufgenommen; die Amylacen metamorphosiren sich leicht, so lange die Speichelsecretion ungehemmt ist; die geronnenen eiweißartigen Verbindungen bedürfen dagegen eines Magensafts von regelrechter Zusammensetzung.

2. Durch den Aggregatszustand. Flüssige Dinge werden leichter aufgenommen als feste, coagulirte Proteinstoffe um so leichter, je weniger fest sie geronnen sind, Muskelfasern junger Thiere leichter, als die von älteren, Bindegewebe leichter, als Sehnen und Fascien ꝛc.

3. Quantität und Lagerung der unverdaulichen Bestandtheile der Ingesta. Epidermishüllen, dicke Zellenwände, Gefäßbündel beeinträchtigen oder verhindern gänzlich die Einwirkung der verdauenden Agentien.

4. Compacte oder poröse Beschaffenheit der Ingesta. Dichte Eiweißcoagula werden langsam verdaut, zu Schaum geschlagenes geronnenes Eiweiß weit leichter; bei dem ersten wirkt der Magensaft nur auf die Oberfläche ein, bei dem letzteren durchdringt er die ganze Masse und findet so zahlreichere Angriffspunkte. In derselben Weise verhält es sich mit den verschiedenen Brotarten ꝛc. Aehnlich dem compacten Gefüge wirkt Durchtränktsein der Masse mit Fett, welches dem wässerigen Labsaft das Eindringen erschwert. Fette Speisen sind daher unverdaulicher, als fettärmere.

---

[1]) Lallemand's Beobachtungen, welche an Individuen, die mit Darmfisteln behaftet waren, angestellt wurden, verdienen nur als Paradoxa erwähnt zu werden. Nach diesen sollen die vegetabilischen Stoffe leicht und schnell, die animalischen dagegen sehr schwer und langsam verdaut werden.

[2]) Blondlot (l. c. p. 407) stellt die Verdauung gewissermaßen in das Belieben des Magens, welcher eine Art Vormundschaft über den thierischen Haushalt führt und je nach dem Bedürfniß des Organismus die Ingesta bald verarbeitet, bald unverändert weiterschickt. La digestibilité des matières alimentaires varie selon les différentes circonstances, où l'organisme se trouve et l'estomac est un véritable centre de perceptions internes, en consequence des quelles il parle et agit pour satisfaire aux différents besoins de l'économie.

Von dem Einfluß des N. vagus auf die Vorgänge der Magenverdauung.

Es liegen zahlreiche Beobachtungen vor, nach welchen ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniß zwischen der Digestionsthätigkeit des Magens und der Integrität der pneumogastrischen Nerven besteht. Die meisten Experimentatoren, welche diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit schenkten, sahen nach der Durchschneidung der N. vagi die Magenverdauung mehr oder minder vollständig aufhören: die Ingesta blieben im Magen zurück, waren entweder gänzlich unverändert oder nur zum geringen Theile chymificirt. Schon Rufus von Ephesus machte diese Wahrnehmung, welche später von Baglivi, Valsalva, Haller, Petit u. A. bestätigt wurde. Die Versuche der neueren Zeit führten nicht zu übereinstimmenden Resultaten. Während Legallois, Dupuy, Wilson, Philipp, Clarke, Hastings, Tiedemann u. A. gänzliche Sistirung der Digestion beobachteten, J. Müller und Dieckhoff [1]) die Verdauung bei Kaninchen und Gänsen wenigstens größtentheils aufhören sahen, konnten Mayer [2]), Brachet [3]), Breschet und Milne Edwards [4]) nur eine Verlangsamung dieser Function wahrnehmen. Mit den älteren Angaben in directem Widerspruch stehen die Experimente von Magendie nebst denen von Leuret und Lassaigne, welche für die Fortdauer des Processes sprachen. Auch Reid [5]) fand bei einem Hunde, dem er beide Lungenmagennerven durchschnitten hatte, daß zwar in den ersten Tagen die Speisen weggebrochen, später aber verdaut wurden.

Eine Reihe von Durchschneidungen beider Vagi wurde von mir an Kaninchen, Hunden und Katzen angestellt. 6 bis 8 Stunden nach der Operation zeigte sich der Inhalt des Magens in allen Fällen noch unverdaut, die eiweißartigen Stoffe, wie Fleisch, geronnenes Albumin 2c., deren Verarbeitung wir als die eigenthümliche Aufgabe dieses Organs erkannten, waren noch unverändert, während bei andern in gleicher Weise gefütterten Thiere die Chymification beendet, der Magen bis auf wenige Ueberreste leer erschien. Einen Einfluß des pneumogastrischen Nervenpaars auf die Digestionsthätigkeit des Magens kann ich hiernach nicht bezweifeln. Es frägt sich nur, worin besteht dieser Einfluß und auf welche Weise wird er vermittelt. Zur Erledigung dieser Fragen liefern die bisherigen Versuche wenig Anhaltspunkte, theils weil man die Durchschneidung nur bei Thieren mit gefülltem Magen vornahm, theils weil der Zustand der im Magen zurückgebliebenen Speisen nur oberflächliche Beachtung fand, in keinem Falle aber einer detaillirten Untersuchung unterworfen wurde.

Die Unterbrechung der Verdauung betrifft nicht alle Ingesta in gleicher Weise. Die eiweißartigen Körper bleiben gänzlich unversehrt, sie erleiden keine anderen Veränderungen, als diejenigen, welche durch das Kauen und die Insalivation veranlaßt wurden. Die Kohlehydrate dagegen gehen alle Metamorphosen ein, die wir bei unverletzten Thieren wahrzunehmen pflegen. Amylum geht in Dextrin und Zucker, zum Theil auch in Milchsäure über.

---

[1]) De actione, quam nervus vagus in digestionem ciborum exerceat Berol. 1835.
[2]) Tiedemann's Zeitschr. 2. 1.
[3]) Recherches sur les fonctions du système ganglionaire. Paris 1830.
[4]) Archiv. génér. de med. Fevr. 1828.
[5]) Edinb. med. surgic. Journ. Nr. 139.

Saure Reaction des Mageninhalts wird daher auch bei Thieren mit durchschnittenen N. vagis regelmäßig gefunden, wenn Kohlehydrate einen Theil der Nahrung ausmachten. Einen Beweis für die fortdauernde Secretion des Magensafts liefert sie indeß nicht; Schlüsse dieser Art, welche die früheren Beobachter aus der Gegenwart der freien Säure zogen, sind ungültig, weil die Umwandlungen der Kohlehydrate, die zur Säurebildung führen, ganz unabhängig vom Secrete der Magenschleimhaut von Statten gehen können und weil, wie wir gleich sehen werden, die saure Reaction ausbleibt, so bald die Thiere nur eiweißartige Stoffe zu sich nehmen.

Für die Erklärung der Verdauungsstörungen, welche im Gefolge der Paralysirung der N. vagi sich einstellen, giebt es zwei Möglichkeiten:

1. die gehemmte Digestion ist die Folge einer motorischen Paralyse der Magenwandungen.

Die Bewegungen des Magens stehen wenigstens zum Theil unter dem Einflusse der pneumogastrischen Nerven. Durch Reizung derselben lassen sich Contractionen der Magenwandungen hervorrufen.

Bischoff, Longet, Blondlot, R. Wagner u. A. sahen auf Reizung der Vagi von der Cardia ausgehende Einschnürungen des Magens entstehen, was ich zu wiederholten Malen bestätigt fand. Der Versuch gelingt indeß ich bei weitem nicht immer, am besten, wie Bischoff bemerkt, wenn der Magen eine mäßige Quantität Speise enthält[1]). Viele der besten Beobachter, wie Bichat, Tiedemann, J. Müller, Magendie, Reid u. A. konnten daher den motorischen Einfluß des Vagus auf den Magen in Abrede stellen, welcher indeß in neuester Zeit auch von Volkmann anerkannt wird[2]). Eine andere Frage ist die: ob nach Durchschneidung der Vagi die Bewegungen des Magens gänzlich sistren. Dies scheint nicht der Fall zu sein. Budge will noch selbstständige Brechbewegungen gesehen haben, und nach Reid wurden einige Tage nach der Operation die Speisen, wie unter normalen Verhältnissen, aus dem Magen in den Darmcanal übergeführt. Zur Erklärung der Digestionsstörungen reicht jedenfalls die veränderte Magenbewegung nicht aus, dieselbe ist nur ein Beförderungsmittel der chemischen Processe und als solches von untergeordneter Bedeutung.

Würde der Magensaft in normaler Menge und Qualität secernirt, so müßte die Chymification weiter vorgeschritten gefunden werden, als es thatsächlich der Fall ist. Wir sind also darauf hingewiesen:

2. in der Störung der Magensaftsecretion eine Ursache der gehemmten Verdauung zu suchen.

Man hat bisher das Urtheil über die Fortdauer oder Sistirung der Absonderung von Magensaft lediglich nach der Reaction der Magencontenta gebildet und ist auf diese Weise zu entgegengesetzten Ansichten gekommen. Alle Beobachter, welche die Durchschneidung der Vagi bei Thieren mit Pflanzenkost vornahmen, fanden die Magencontenta sauer (J. Müller und Dieckhoff, Mayer u. s. w.), während bei den wenigen Versuchen, die nach der Fütterung mit rein animalischen Speisen gemacht wurden, die entgegengesetzte, die alkalische Reaction nachweißlich war (Tiedemann und Gmelin, Mayer u. s. w.).

---

[1]) Auch in diesem Falle ist jedoch der Erfolg nicht ganz sicher. Bei einem Esel konnte weder beim Kneipen des Vagi mit der Pincette, noch im Moment der Durchschneidung eine Veränderung in den Magenwänden gesehen werden. Dasselbe gilt von mehreren Versuchen bei Katzen und Hunden.

[2]) Wagner's Handwörterbuch f. Phys. Bd. II. S. 585.

Wie wenig die Gegenwart freier Säure bei vegetabilischer Nahrung für die fortdauernde Absonderung sauren Magensafts beweist, ist schon oben angedeutet. Um indeß sichere Aufschlüsse über das Verhalten der secernirenden Thätigkeit der Magenschleimhaut bei durchschnittenem zehnten Nervenpaar zu gewinnen, glaubte ich in folgender Weise verfahren zu müssen.

Es wurden zu den Versuchen nur Thiere genommen, welche längere Zeit 24 bis 36 Stunden gefastet hatten, deren Magen also bestimmt als leer betrachtet werden konnte. Nach der Abtrennung beider Nerven wurden ihnen gekochtes Eiweiß oder Fleisch einige Male auch Milch vorgesetzt, wovon sie begierig fraßen, meistens aber einen großen Theil wieder ausbrachen.

Die erbrochenen Massen reagirten alkalisch, die Milch war nicht geronnen; der nach dem Tode im Magen vorgefundene Inhalt zeigte dieselbe Reaction; Eiweiß und Fleisch waren in keiner Weise verändert; die Flüssigkeit im Magen erschien auffallend zähe und schleimig. Bei einer Katze, welche nach der Durchschneidung der Vagi Milch erhalten, aber wieder ausgebrochen hatte, enthielt der Magen, als 10 Stunden nach der Operation der Tod erfolgte, eine ansehnliche Menge eines dickflüssigen fadenziehenden Liquidums. Das Filtrat desselben reagirte alkalisch und ließ beim Kochen Eiweißcoagula fallen.

Ein junger Hund, dem nach längerem Fasten beide pneumogastrische Nerven kurz nach einander durchschnitten waren, fraß gierig geronnenes Eiweiß und gekochtes Fleisch, einen Theil brach er bald wieder aus, das Erbrochene reagirte alkalisch und war viscid. Bei dem 9 Stunden nachher erfolgten Tode fand sich Eiweiß und Fleisch vollkommen unverändert im Magen, die in geringer Quantität vorhandene zähe Flüssigkeit war alkalisch.

Ein alter Hund lebte nach gleichzeitiger Abtrennung beider Vagi tief am Halse noch 36 Stunden. Er nahm nur eine kleine Quantität Milch zu sich, welche er nach einer Viertelstunde wieder ausbrach, von neuen aufleckte und wieder entleerte. Die Milch kehrte auf diese Weise wenigstens zehn Mal in den Magen zurück: sie blieb demungeachtet wie sie war, schwach alkalisch und ungeronnen; nach und nach nahm sie eine gelbe Färbung an von beigemischter Galle und erschien kaum wahrnehmbar gekörnt. Nach dem Tode war der Magen leer, die Wandungen zeigten sich von ergossener Galle gelb gefärbt, stark injicirt und mit zahlreichen linsengroßen Ecchymosen besäet. Ich übergehe die übrigen Versuche, weil sie im Wesentlichen zu denselben Resultaten führten: immer blieben die eiweißartigen Stoffe unverdaut, fehlte die saure Reaction des Mageninhalts, zeigte sich die Schleimhautauskleidung hyperämisch und mit kleinen Blutextravasaten gesprenkelt.

Es ergiebt sich also, daß nach der Durchschneidung beider pneumogastrischen Nerven die Secretion des Magensafts wesentlich alterirt wird. Man kann diese Störung nicht als Folge des operativen Eingriffs überhaupt ansehen, wie Volkmann[1]) anzunehmen scheint, weil die Thiere weit ausgedehntere Verletzungen vertragen, ohne daß die Secretion des sauren Magensafts deßhalb aufhörte. Die Ursache scheint vielmehr in der Paralysirung eines Theils der sympathischen Fasern zu liegen, welche der Vagus dem Magen zuführt und denen die Regulirung des Tonus der blutführenden und absondernden Membranen obliegt. Es ist eine bekannte, durch zahlreiche Beobachtungen gesicherte Thatsache, daß die Atonie der Gefäßwandungen in Folge

---

[1]) A. a. O. S. 586.

des aufgehobenen Einflusses sympathischer Nerven die Durchgängigkeit derselben vermehrt, wie Eiweiß und andere Bestandtheile des Blutserums durchtreten, denen bei normalem Tonus der Weg versperrt ist. J. Müller und Peipers sahen nach Zerstörung der Nierengeflechte die Bestandtheile des Bluts in den Harn übergehen. Krimer fand unter solchen Verhältnissen Eiweiß und Blutroth in Menge im Urin. Eine große Anzahl analoger Zustände hat Henle zusammengestellt. In entsprechender Weise wird das Secret der Labdrüsen verändert: die Magenschleimhaut wird hyperämisch mit Echymosen bedeckt, der Magensaft nimmt eine alkalische Beschaffenheit an und verliert seine digestiven Eigenschaften. Es soll hiermit nicht ausgesprochen werden, daß alle und jede Absonderung von Magensaft nach jener Verletzung aufgehoben wird. Die Nervengeflechte von Plexus coeliacus, welche mit den Kranzarterien sich über den Magen verbreiten, bleiben unversehrt; es ist daher möglich, daß die Verdauungsthätigkeit, welche anfangs durch das Alkalischwerden des Magensecrets gänzlich darniederliegt, später sich wieder belebt, wie dies Reid gesehen haben will.

Aus ähnlichen Gründen, wie die Durchschneidung des zehnten Nervenpaars, wirken die Narcotica nachtheilig auf die digestiven Processe. Alle betäubend wirkenden Medicamente erzeugen, wie jeder Praktiker weiß, bei längerem Gebrauche Verdauungsstörungen, es entwickelt sich allmählig ein Status gastricus. Auch das Rauchen hat diese Wirkung. Durch dasselbe Medium scheinen Gemüthsaffecte, Schreck, Kummer u. s. w. in manchen Fällen augenblicklich hemmend auf die Magenverdauung einzuwirken.

In einer von der bisher berührten ganz abweichenden Weise hat neuerdings Claude Bernard[1]), das Aufhören der Digestionsthätigkeit des Magens in Folge der Vagusdurchschneidung darzuthun versucht. Er brachte einem Hunde, welchem das zehnte Nervenpaar abgetrennt war, eine Mandelemulsion in den Magen, eine halbe Stunde darauf Amygdalin. Das Thier starb in kurzer Frist unter den Erscheinungen der Blausäurevergiftung. In gleicher Weise behandelte Thiere mit unversehrten Nerven blieben am Leben, weil durch den normalen Magensaft die Synaptase ihrer Fähigkeit, Amygdalin in Blausäure und Bittermandelöl umzusetzen, beraubt wird. Valentin wiederholte diesen Versuch bei Kaninchen mit anderem Erfolge; er sah nämlich den Tod auch bei unverletzten Vagis eintreten. Drei Versuche, welche auf dem hiesigen physiologischen Institute angestellt wurden, entsprachen den Bernard'schen Angaben. Gesunde Kaninchen, denen Mandelemulsion und dreiviertel Stunden nachher Amygdalin in den Magen eingespritzt wurde, blieben eine halbe Stunde lang ohne Symptome von Vergiftung. Waren die Vagi durchschnitten, so starben sie bei gleicher Behandlung in der ersten Viertelstunde nach der Injection des Amygdalins. Im Allgemeinen scheint mir indeß diese Methode, den Einfluß des pneumogastrischen Nervenpaars auf die Magenverdauung nachzuweisen, wenig empfehlenswerth, weil die Resultate leicht durch Nebenumstände modificirt werden können. Die Quantität der eingebrachten Stoffe, die größere oder geringere Anfüllung des Magens mit Nahrung, die Beschaffenheit der letzteren und noch manche andere Momente können auf das Verhalten der Synaptase zum Amygdalin von Einfluß werden und die Resultate stören.

Resumiren wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen über das Verhältniß der Vagusnerven zur Magenverdauung, so ergeben sich folgende Sätze:

---

[1]) Archiv. général. de Méd. Avril et Mai 1844.

1. Die Durchschneidung des 10ten Nervenpaars veranlaßt beträchtliche Störung der digestiven Thätigkeit des Magens.

2. Diese Störung beschränkt sich auf die Chymification der eiweißartigen Körper, die eigentliche Aufgabe des Magens. Die Verdauung der Kohlenhydrate, welche hauptsächlich das Werk des Speichels ist, wird nicht aufgehoben.

3. Die Digestionsstörungen werden vermittelt zum geringeren Theil durch die Beschränkung der peristaltischen Bewegung des Magens, hauptsächlich aber durch die Alteration der Magensaftsecretion in Folge des aufgehobenen Nerveneinflusses.

Der Chymus.

Das Endergebniß der Magenverdauung nannte man in früheren Zeiten, zum Theil auch noch jetzt, den Chymus. Man verstand darunter eine graue breiartige Masse, in welche die Alimente durch den Einfluß des Magensaftes verwandelt wurden. Ein bestimmter Begriff wurde niemals mit dem Worte verbunden und schon Magendie sprach sich dahin aus, daß es ebenso viele Arten von Chymus gebe, wie Nahrungsmittel. Wir sind genöthigt genauer auf die Natur des Chymus einzugehen, weil der größere Theil desselben das Object bildet, welches der Darmverdauung, der Chylification unterworfen wird. Wir unterscheiden im Chymus zwei Hauptbestandtheile, nämlich: die gelösten flüssigen und die ungelösten festen. Beide werden im Magen in derselben Weise nach den Gesetzen der Diffusion geschieden, wie es künstlich durch Filtration ausführbar ist. Der flüssige Theil des Chymus bildet eine Lösung verschiedenartiger, je nach der Natur der Ingesta wechselnder Materien, in ihm finden sich Dextrin, Zucker, Pectin, Albuminose, Gelatine, Chlormetalle, Salze mit alkalischer Base, Kalksalze, Eisen ꝛc.[1]) überhaupt alle in bloßem Wasser, in verdünnten Säuren und im Labsaft löslichen Substanzen. Dieser flüssige Theil des Chymus geht direct in das Gefäßsystem über, er wird durch die Magenvenen aufgenommen und gelangt sofort zur weiteren Verwendung in den Kreislauf. Nur eine verhältnißmäßig geringe Menge tritt mit den ungelösten Ueberresten in den Dünndarm über.

Die gewöhnliche Angabe, nach welcher die unter dem Einflusse des Magensafts verdauten Bestandtheile der Nahrung im Dünndarm durch den Zutritt der Galle und des pankreatischen Saftes noch weitere Metamorphosen erleiden, bedarf hiernach einer großen Beschränkung. Die Resorption der

---

[1]) Tiedemann und Gmelin (a. a. O. Bd. I. S. 307) fanden bei der Einäscherung des filtrirten Mageninhalts von Hunden und Pferden keine in Wasser lösliche kohlensaure und phosphorsaure Salze, sie kommen indeß nicht selten vor und wurden von mir bei Hunden und Katzen, sowie beim Schafe wiederholt gefunden. Die Quantität und die Zusammensetzung der Salze fällt indeß auch bei derselben Nahrung sehr verschieden aus, je nachdem zur Zeit, wo die Untersuchung gemacht wird, die Verdauung mehr oder minder fortgeschritten war. Mehrere Reihen von Aschenanalysen, welche mit den aus den einzelnen Theilen des Digestionscanals gewonnenen Filtraten angestellt wurden, führten daher zu keinen sich gleich bleibenden Resultaten, weßhalb ich ihre detaillirte Mittheilung unterlasse. Im Allgemeinen war die Quantität der Asche, insbesondere der Erden, in den Chymusfiltraten der Pflanzenfresser weit größer, als in denen der Carnivoren und bei Anwendung von gemischter Nahrung. Bei den ersten betrug sie von 28,6 bis 15,4, bei den letzten von 13,8 bis 10,5 Procent. Der in Wasser unlösliche Theil der Asche machte bei den ersten in der Regel zwei Drittheile, bei den letztern kaum die Hälfte aus.

löslich gewordenen Theile folgt der Auflösung auf dem Fuße, sie wird wie bereits angedeutet wurde, der Hauptsache nach eher beendet, als der Uebertritt der Ingesta aus dem Magen ins Duodenum beginnt [1]). Die rasche Aufnahme der gelösten Theile des Chymus ins Gefäßsystem wird vermittelt durch die im Verhältniß zum Blute geringere Concentration der Lösung; das specif. Gewicht derselben schwankte von 1024 bis 1035, war also immer weit niedriger als das des Bluts, welches von 1050 bis 1059 schwer ist, es überstieg dagegen nicht selten das des Serums, welches 1025 bis 1030 beträgt. Befördert wird der Uebertritt der gelösten Chymustheile durch die freie Säure. Dutrochet wies nämlich nach, daß saure Fluida vorzugsweise bei der Mischung mit einer anderen Flüssigkeit durch eine thierische Membran hindurch, mehr an diese abgeben, als von ihr empfangen [2]).

Der zweite Bestandtheil des Chymus ist der ungelöste. Er besteht theils aus Stoffen, welche durch den Magensaft nicht verändert werden, wohin alle fetten Körper, ferner das Zellgewebe, die Epidermis, die Gefäßbündel rc. der Pflanzen gehören, theils dagegen aus solchen, welche zwar für die Magenverdauung geeignet sind, deren Metamorphose indeß nicht vollendet wurde. Zu diesen letzteren gehören geronnene eiweißartige Stoffe, Muskelfasern, sehnige Gebilde, Amylum rc. Die ungelösten Theile des Chymus treten gleichzeitig mit geringeren Quantitäten bereits verdauter Stoffe ins Duodenum über. Sie sind es, deren weitere Verarbeitung die Aufgabe der Darmverdauung ist. Zur Realisirung derselben tritt jetzt eine neue Reihe von Secreten auf, welche theils von den drüsigen Organen der Darmschleimhaut, theils dagegen von der Leber und dem Pankreas geliefert werden. Wir haben zuvörderst die chemische Zusammensetzung derselben und ihre physiologische Function im Einzelnen zu berücksichtigen, um sodann die Vorgänge der Darmverdauung im Ganzen verfolgen zu können.

1. Die Galle.

Das Secret der Leber ist sehr häufig und mit sehr verschiedenen Resultaten untersucht worden. Die Leichtigkeit, mit welcher die wesentlichen Bestandtheile der Galle sich umsetzen, erschwert die chemische Analyse in hohem Grade und erklärt es, weßhalb im Verlaufe der Zeit eine ganze Reihe von Ansichten über die Constitution derselben aufgestellt werden konnte, welche sämmtlich mehr oder weniger durch analytische Zahlenwerthe begründet schienen. Die Galle des Menschen, wie sie in ihrem natürlichen Behälter, in der Gallenblase sich ansammelt, stellt eine gelbe oder gelbgrünlich gefärbte, klare, leicht fadenziehende Flüssigkeit dar, von intensiv bitterem Geschmack und schwach alkalischer oder neutraler Reaction. Sie enthält keine wesentlichen Formbestandtheile, die Epithelien und feinkörnigen Molekulen, welche sich bei längerem Stehen aus ihr absetzen, gehören den Ausführungsgängen und den Gallenwegen an. Das specif. Gewicht der menschlichen Galle beträgt von 1026 zu 1032. Die Menge der festen Bestand-

---

[1]) Bei der Fütterung mit Milch ist das Serum in der Regel nach einer halben Stunde entfernt; es ist dies auch dann der Fall, wenn der Pylorus unterbunden wird. Eine Gelatinelösung zu 6 Unzen unserem Hunde mit der Magenfistel gereicht, war innerhalb einer halben Stunde spurlos verschwunden.

[2]) Vergl. J. Vogel, Ueber die Gesetze, nach welchen die Mischung von Flüssigkeiten und ihr Eindringen in permeable Substanzen erfolgt. Göttingen 1846.

theile fand ich zu 12,04 bis 14,00 Procent. v. Gorup Besanez[1]) erhielt in einem Falle 9,13, in einem anderen 17,19 Procent; Fromherz und Gugert 10 Procent. In der Ochsengalle beträgt, nach Berzelius, die Menge 7,16 Procent. Der feste Rückstand der Galle besteht aus mehreren Substanzen, welche theils der Galle eigenthümlich sind, theils dagegen auch in anderen Secreten gefunden werden. Zu den letzteren gehört zunächst: a. Der Schleim, welcher in der Gallenblase und den Lebergängen der Galle sich beimengt und in wechselnder Quantität vorkommt. Er unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Schleime der übrigen Organe. b. Neutrale Fette, bestehend aus Elain und Margarin, enthält die normale Galle in geringer Menge, neben denselben findet man margarin- und elainsaures Natron. Ein constanter Begleiter der fetten Körper in der Galle ist c. das Cholesterin. Die Quantität desselben ist ebenfalls gering und scheint auch im normalen Lebersecret nicht ganz gleichbleibend zu sein[2]). Unter pathologischen Verhältnissen nimmt es an Menge zu, es scheidet sich hier nicht selten ab und bildet krystallinische Concretionen. Das Letztere ist besonders dann der Fall, wenn die Galle lange in der Blase zurückgehalten wird und sich zu zersetzen beginnt. Digerirt man schleimfreie Säure ein Paar Stunden mit verdünnter Schwefelsäure, so scheidet sich das Cholesterin ab und sammelt sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit in demselben Maaße an, als die Zersetzung vorschreitet. d. Die Salze. Die anorganischen Bestandtheile der Galle bestehen aus Chlornatrium, phosphorsaurem Natron, phosphorsaurer Kalk- und Talkerde nebst Eisenoxyd. Eingeäscherte Galle hinterläßt constant auch schwefelsaure Alkalien, welche indeß darin nicht präformirt vorkommen, sondern beim Verbrennen aus den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Galle sich bilden. Reine Galle wird durch Chlorbarium nicht getrübt. Ganz frische Galle enthält außerdem kohlensaures Natron (Mulder), nach Gmelin doppelt-kohlensaures Natron und kohlensaures Ammoniak. Die Quantität der anorganischen Salze in der Galle beträgt nach Thénard 1,40, nach Berzelius 1,26 Proc.; in der schleimfreien Galle gesunder Menschen fand ich 0,82 Procent.

Außer den erwähnten anorganischen Verbindungen kommen in der Galle noch andere vor, welche zufällig oder durch arzneiliche Anwendung, Vergiftung 2c. vom Magen aus mit den Pfortaderästen der Leber zugeführt wurden. Es gehört dahin vor allem das Kupfer, welches von Bertozzi, Heller, Gorup Besanez u. A. in den Gallensteinen und der Galle beobachtet wurde. Sodann das Antimon, welches, nach Millon's Beobachtungen[3]), bei fortgesetzter Anwendung in ansehnlicher Menge der Lebersubstanz und der Galle sich beimengt. Endlich der Arsenik, welcher, wenn er dem Organismus einverleibt wurde, längere Zeit in der Leber und deren Secrete nachweislich bleibt. Die nahe Beziehung, in welche das Pfortadersystem zu allen von außen eingeführten Substanzen tritt, erklärt diese Erscheinung zur Genüge.

Zu den eigenthümlichen Bestandtheilen der Galle gehört e. der Gallenfarbstoff, das Cholepyrrhin, eine ihrer chemischen Zusammensetzung nach noch ungenügend erkannte Substanz. Sie ist, wie Scherer[4]) nachwies,

---

[1]) Untersuchungen über die Galle, Erlangen bei Enke 1847.

[2]) In der Galle gesunder durch Unglücksfälle plötzlich gestorbenener Individuen fand ich die Menge des Cholesterins zu 0,16 bis 0,26 Procent.

[3]) Ann. de Chim. et de Physique. 1847. Fevr.

[4]) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 53 S. 377.

stickstoffhaltig und kann leicht an ihrem Verhalten gegen Salpetersäure, welche die braune Farbe in blau, violett und zuletzt in roth umwandelt, erkannt werden. Der Gallenfarbstoff wird, wie Scherer darthat, ziemlich leicht verändert, mit Salzsäure oder Alkalien eine Zeitlang digerirt, verliert er einen Theil seines Kohlen- und Wasserstoffs; gleichzeitig büßt er das eigenthümliche Verhalten gegen Salpetersäure ein. Dieselbe Umwandlung erleidet der Farbstoff, wenn er längere Zeit in der Gallenblase als Concrement zurückgehalten wird und, wie wir später sehen werden, bei seinem Durchgange durch den Intestinaltractus.

f. Der wesentliche Bestandtheil der Galle ist es, dessen chemische Natur zu den verschiedenartigsten Ansichten Veranlassung gegeben hat. Abgesehen von den älteren Angaben, welche als genügend widerlegt zu betrachten sind, werden augenblicklich von ausgezeichneten Chemikern zwei verschiedene Ansichten über die Constitution der Galle geltend gemacht. Nach der einen ist der wesentliche Bestandtheil dieses Secrets das Bilin oder der Gallenstoff, eine amorphe in Wasser und Alkohol leicht lösliche, süßlich bittere Materie, welche von außerordentlicher Veränderlichkeit ist, so daß sie schon innerhalb der Gallenblase sich umsetzt und bei Gegenwart von Säuren und Alkalien mit der größten Leichtigkeit in eine Anzahl von Producten zerfällt, welche man früher für die constituirenden Bestandtheile der Galle hielt. Diese Ansicht ging von Berzelius[1]) aus und wurde in neuester Zeit von Mulder[2]) weiter ausgeführt und bestätigt.

Nach der zweiten Ansicht, welche von Liebig und dessen Schülern aufgestellt und besonders durch die wichtige Arbeit von Strecker[3]) begründet wurde, bestehen die charakteristischen Bestandtheile der Galle aus den Natronsalzen zweier eigenthümlicher Säuren, von denen die eine, die Cholsäure stickstoffhältig aber schwefelfrei, die andere dagegen, die Choleinsäure schwefel- und stickstoffhaltig ist.

1. Die Cholsäure ($C_{52} H_{42} N O_{11} + \dot{H}$), aus frischer Galle durch neutrales essigsaures Bleioxyd gefällt und aus der Bleiverbindung durch Schwefelwasserstoff abgeschieden, stellt feine weiße Nadeln dar, welche zusammengedrückt eine seidenglänzende Masse bilden, von süßlich bitterem Geschmack und saurer Reaction. Sie ist in Wasser schwer, in Alkohol leicht löslich; nach dem Verdunsten der Lösung bleibt sie als harzartige Masse zurück, die schon theilweise zersetzt ist. Mit Alkalien bildet sie Salze von süßem Geschmack. Mit concentrirter Schwefelsäure und Zuckerlösung erwärmt, erzeugt sie eine violettrothe Farbe (Pettenkofersche Probe). Die Cholsäure ist leicht zersetzbar, mit Alkalien gekocht verwandelt sie sich in Leimzucker (Glycin oder Glycocoll) $C_4 H_5 NO_4$ und in Cholalsäure[4]) $C_{48} H_{39} O_9$. Die letztere ist in Wasser fast unlöslich, von Alkohol und Aether wird sie gelöst. Ihre Alkalisalze schmecken sehr bitter. Sie reagiren mit Zuckerlösung wie die Cholsäure. Beim Kochen mit Säuren spaltet sich die Cholsäure ebenso wie unter der Einwirkung von Alkali in Leimzucker und Cholalsäure. Die letztere geht aber sogleich weitere Veränderungen ein, indem sie unter Abscheidung von 1 Aequivalent, bei längerer Einwirkung der Säure allmählig von mehreren Aequivalenten Wasser in eine Reihe harzartiger

---

1) Dieses Wörterbuch Bd. I.
2) Untersuchung über die Galle. Frankfurt 1847.
3) Annalen der Chem. und Pharm. Bd. 65.
4) Demarcay's Cholsäure.

Körper übergeht, welche Choloidinsäure, Cholinsäure, Fellinsäure und Dyslysin genannt wurden:

Cholalsäure .	$C_{48}\ H_{40}\ O_{10}$
Choloidinsäure	$C_{48}\ H_{39}\ O_{9}$
Dyslysin . .	$C_{48}\ H_{36}\ O_{6}$

2. Die Choleinsäure ($C_{52}\ H_{45}\ N\ O_{14}\ S_2$). Nach der Entfernung des durch neutrales essigsaures Bleioxyd in der frischen Galle gebildeten Niederschlages, welcher der Hauptsache nach aus cholsaurem Bleioxyd besteht, wird durch basisch essigsaures Bleioxyd ein neues Präcipität gebildet, das aus basischem cholsauren und aus choleinsaurem Bleioxyd zusammengesetzt ist. Die letztere Säure konnte bisher wegen ihrer großen Zersetzbarkeit noch nicht isolirt werden, ihre Zusammensetzung wurde aus ihren Zersetzungsproducten erschlossen. Sie zerfällt nämlich unter Einwirkung von Alkalien und Säuren in Taurin und Cholalsäure. Das Taurin ($C_4 H_7 NO_6 S_2$) stellt reguläre sechsseitige Prismen dar, von neutraler Reaction, welche in Wasser schwer, in Alkohol gar nicht löslich sind. Mit Kalihydrat geschmolzen bildet es essigsaures Kali und Ammoniak.

Die Zusammensetzung der Galle gestaltet sich hiernach sehr einfach: ihr wesentlicher Bestandtheil bildet eine Säure, die Cholalsäure, welche gepaart mit Glycocoll und Taurin zwei verschiedene Säuren, die Cholsäure und Choleinsäure darstellt.

Die Galle ist eine äußerst veränderliche Substanz. Dieselbe Zersetzung, welche in kurzer Frist durch Alkalien und Säuren vermittelt wird, tritt langsamer auch spontan ein. Sie wird schon bemerkbar, wenn man die Galle zur Trockne eindampft. Beschleunigt wird dieser Vorgang in hohem Grade durch die Gegenwart mancher Stoffe, welche auf sie nach Art der Gährungserreger einwirken, wie durch den Schleim der Gallenblase ꝛc. Wir werden diesen Umsetzungsproceß im Darmcanal weiter verfolgen, wo sie theils durch die freie Säure des Chymus, theils durch den Darmsaft, theils endlich durch den Fermentkörper des pankreatischen Saftes sehr rasch eingeleitet wird.

Die Galle der verschiedenen Thierclassen hat im Wesentlichen dieselbe Zusammensetzung, wie die eben beschriebene, sie besteht, soweit bisjetzt Untersuchungen darüber vorliegen, überall aus gepaarten Glycocoll- und Taurinverbindungen, nur die relativen Mengenverhältnisse beider wechseln [1]). Die Schweinegalle enthält eine eigenthümliche stickstoffhaltige harzartige Säure, die Hyocholinsäure, eine gepaarte Glycocollverbindung, sie ist sehr arm an Taurin.

---

[1]) Die Bestimmungen des Schwefelgehalts der Galle, welche von Bensch geliefert wurden, geben über das wechselnde Verhältniß schwefelfreier und schwefelhaltiger Säure bei verschiedenen Thierclassen Aufschluß. Es enthielt die

Ochsengalle	3,4—3,8	Schwefel.	Wolfsgalle	5,0	Schwefel.
Kalbsgalle	4,9	»	Fuchsgalle	5,2	»
Hammelsgalle	5,7	»	Hühnergalle	5,0	»
Ziegengalle	5,2	»	Fischgalle	5,6	»
Hundegalle	6,2	»	Schweinegalle	0,3	»

Wir kennen leider die Bildungsweise der Galle und ihre Beziehung zum Stoffwandel zu wenig, um diese Thatsachen physiologisch nutzbar machen zu können.

Art der Absonderung.

Man hat sich vielfach bemüht, den Mechanismus und den Chemismus der Gallensecretion genauer zu ermiren. Die Versuche haben leider bisher zu wenig sicheren Ergebnissen geführt: die Lebersecretion ist in vieler Beziehung noch dunkler, als die der übrigen Drüsen. Das wenige Sichere, was wir über diesen Vorgang wissen, läßt sich kurz zusammenfassen.

Die Hauptrolle bei der Gallenbereitung übernehmen die Leberzellen: im Innern derselben entsteht die Galle. Dies ist nicht allein bei niederen Thieren nachweißlich, wo Goodsir und Meckel[1]), besonders aber Leidy[2]), die allmählige Bildung der Galle in den Zellen des Gallenorgans verfolgten, sondern auch bei höheren Thieren und Menschen, wo man nicht selten Gelegenheit hat, die einzelnen Leberzellen bald gleichmäßig mit einem gelben Fluidum, bald mit gelben Kügelchen mehr oder minder angefüllt zu finden[3]). Die Leberzellen werden, nachdem sie das Secret gebildet haben, nicht wie die Labzellen ausgestoßen, auch platzen sie nicht, wie Goodsir annimmt, sondern sie lassen ihren Inhalt durchschwitzen. Der letztere Umstand ist am leichtesten nachweislich bei der fettigen Degeneration der Leber, wo die Galle, obgleich die Zellen mit Fetttröpfchen gefüllt, sehr arm an Fett gefunden wird, was nicht der Fall sein könnte, wenn die Zellen durch Platzen sich ihres Inhalts entledigten. Wie das Secret nach seinem Austritt aus den Zellen weiter geführt wird und in die größeren Gallengänge gelangt, bleibt dunkel, weil die Endigungen der letzteren ungenügend erkannt sind. Nach Leidy's vortrefflichen Untersuchungen, welche in den Hauptresultaten mit denen von Kiernan und Natalis Guillot[4]) übereinkommen, bestehen die Leberläppchen aus einem Netzwerk feiner Gallencanälchen, welche von den in Zwischenräumen der Blutgefäße liegenden Leberzellen gebildet werden. Eine Membrana propria für diese Canälchen ist indeß noch nicht nachgewiesen worden[5]). Der Mechanismus der Lebersecretion unterscheidet sich also wesentlich dadurch von dem der übrigen Drüsen, daß die blutführenden Gefäße, so viel wir bis jetzt wissen, nicht durch eine Membrana propria von den Drüsenzellen geschieden sind.

Eine klare Auffassung der chemischen Vorgänge der Gallensecretion findet ihre Hauptschwierigkeit darin, daß es bisher unmöglich war, die Bestandtheile der Galle mit Sicherheit im Blute nachzuweisen. Der Kohlenstoffreichthum dieses Secrets macht es auch an und für sich wenig wahrscheinlich, daß dasselbe, wie wir es vom Harnstoff, der Harnsäure rc. annehmen

---

[1]) Müller's Archiv 1846.

[2]) American Journ. of the Med. Scienc. for Jan. 1848. Ferner in Todd Cyclop. of Anat. and Phys. Art. Secretion by Carpenter.

[3]) Am stärksten gefüllt fand ich die Leberzellen bei einigen Fällen von granulirter Leber. Sie erschienen hier kugelig und von intensiv brauner Farbe; das bei dieser Krankheit im Leberparenchym sich neubildende Bindegewebe scheint die Entleerung der Zellen zu verhindern.

[4]) Ann. des scienc. nat. Mars 2848.

[5]) Backer will sie in neuester Zeit gesehen haben, wogegen indeß Gerlach, welcher dieselben Präparate untersuchte, begründete Bedenken erhebt. Gerlach schließt sich der Henle'schen Ansicht an, nach welcher die Gallencanälchen aus freien zwischen den Leberzellen gelegenen Räumen entspringen (Dessen Handb. der Gewebelehre. S. 284 ffg.).

können, durch den Umsatz der eiweißartigen Bestandtheile des Bluts gebildet werde. Einiges Licht auf den so dunkeln Vorgang der Gallenbildung scheint mir die Entdeckung von Cl. Bernard und Barreswil [1]) zu werfen, welcher zufolge das Leberparenchym eine ansehnliche Quantität Zucker enthält. Ich habe die Bernard'schen Versuche bei zahlreichen Thier- und Menschenlebern wiederholt und kann sie in jeder Beziehung bestätigen. Dieser Gehalt der Leber an Traubenzucker scheint von der Nahrung gänzlich unabhängig zu sein; er findet sich bei Thieren, welche längere Zeit ausschließlich mit animalischen Nahrungsmitteln genährt wurden, ebenso wie bei solchen, die von vegetabilischer oder gemischter Kost lebten [2]). Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß der im Leberparenchym gelagerte Zucker gleichzeitig mit den Bestandtheilen des Pfortaderbluts zur Gallenbereitung verwendet werde; der Reichthum der Galle an Kohlenstoff und Wasserstoff wäre dann begreiflich [3]). Die Analysen des Pfortaderbluts, welche von C. H. Schultz, Fr. Simon, Schmid [4]), Bérard u. A. gemacht wurden, liefern auch, wenn man sie mit denen des Lebervenenbluts vergleicht, für die Gallenbereitung keine Aufklärung [5]).

Die Quantität der während eines Zeitraums von 24 Stunden secernirten Galle ist sehr verschieden angegeben worden. Haller meinte 24 Unzen, Bianchi 1 Unze. C. H. Schultz berechnete die Menge der Gallensecretion aus der Quantität der im Chymus enthaltenen freien Säure, von welcher er annahm, das sie durch die Galle gesättigt werden müsse. Er kam auf diese Weise zu fabelhaften Größen; ein Ochs sollte z. B. 37½ Pfund Galle secerniren. Der Gesichtspunkt, von welchem Schultz ausging, ist ein verfehlter; die Galle neutralisirt überall den Chymus nicht. Es ist unmöglich, das Maaß der Gallensecretion mit einiger Genauigkeit festzustellen. Aus dem Volumen der Leber, verglichen mit dem anderer Drüsen, lassen sich keine sichere Schlüsse ziehen, weil die anatomischen Verhältnisse zu viel Abweichendes darbieten. Setzt man die Secretionsthätigkeit der Leber der der Speicheldrüsen gleich, so müßten bei den großen Volumen der Leber nicht

---

[1]) Compt. rend. T. XXVII. p. 512. 1848.

[2]) Katzen, welche 8 Tage lang bloß mit Fleisch gefüttert wurden, enthielten in ihrer Leber approximativ dieselbe Menge Zucker, wie andere, die gemischte Kost erhielten. Die Leber von Fledermäusen war nach 8wöchentlichem Winterschlafe dieser Thiere noch sehr reich an Zucker.

[3]) Nahe liegende Möglichkeiten dieses Eingehens von Zucker in die Zusammensetzung der Galle sind leicht nachweißlich. Harnstoff und Zucker, welche beide in der Leber zusammentreffen, enthalten die Elemente von Leimzucker:

$$\begin{array}{lcl} \text{Harnstoff} & = & C_2\,H_4\,N_2\,O_2 \\ \tfrac{1}{2}\ \text{Traubenzucker} & = & C_6\,H_6\,\,O_6 \\ \hline & = & 2\,(C_4\,H_5\,N\,O_4). \end{array}$$

Harnstoff und Zucker sind indeß noch nicht im Leimzucker dargethan; das Verhalten des Glycocolls gegen polarisirtes Licht scheint gegen die Anwesenheit des Zuckers zu sprechen. Zwischen Leimzucker und Taurin besteht ebenfalls eine nahe Beziehung:

$$\begin{array}{lcl} \text{Glycocoll} & = & C_4\,H_5\,N\,O_4 \\ \text{Taurin} & = & C_4\,H_7\,N\,O_6\,S_2 \\ \hline & & \,H_2\,\,O_2\,S_2. \end{array}$$

[4]) Chem. und mikroskop. Untersuchung des Pfortaderbluts. Heller's Archiv 1846 und 1847.

[5]) Ob der größere Gehalt des Pfortaderbluts an schwefelsauren Salzen in Beziehung zur Taurinbildung steht, ist eine Frage, welche vorläufig noch unentschieden bleiben muß.

weniger als 14 bis 16 Pfund Galle geliefert werden, es müßte also täglich die Hälfte der Blutmasse sich in Galle umwandeln.

Beobachtungen, welche sich bei Hunden mit Gallenblasenfisteln über die Mageuverhältnisse der Lebersecretion anstellen lassen, dürfen nur mit Vorsicht verallgemeinert werden, weil die Tendenz der Fistel, sich zu schließen, der gleichmäßigen Entleerung des Abgesonderten im Wege steht; außerdem, weil die Schlüsse von Thieren auf Menschen, bei welchem bloß die Größenunterschiede zu Grunde gelegt werden, immer unsicher bleiben. Bouisson sucht die Menge der in 24 Stunden secernirten Galle aus der Capacität der Gallenblase zu erschließen, von welcher er annimmt, daß sie täglich 4 Mal der Verdauung wegen entleert werde. Die menschliche Gallenblase fasse im Mittel 48 Gramm, die täglich abgesonderte Menge betrage also 192 Gramm oder 6 Unzen.

Die Gallenabsonderung scheint nicht vollkommen gleichmäßig von Statten zu gehen. Blondlot[1]) sah im nüchternen Zustande seines Hundes oft stundenlang keinen Tropfen ausfließen; nach der Fütterung trat sie dagegen bald in Menge zu Tage. Ueber die Einflüsse, unter welchen die Gallenabsonderung gesteigert wird, giebt es viele Angaben, aber wenig zuverlässige Beobachtungen. Zur Beförderung der Leberthätigkeit sollen im Allgemeinen die stickstofflosen, besonders aber die fetten Nahrungsstoffe dienen. Außerdem sollen scharfe Gewürze, ferner der Caffee, die Gallensecretion steigern. Das Gleiche wird in noch höherem Grade von manchen Medicamenten, dem Mercur. dulcis, der Aloe, den Extr. saponac. 2c. behauptet. Es steht zu hoffen, daß durch Anlegung von Gallenfisteln und genaue Beobachtung des unter verschiedenen Verhältnissen secernirten Quantums diese Fragen bestimmter beantwortet werden.

Ueber die Bedeutung der Gallenabsonderung.

Während die bisher betrachteten Secrete, der Speichel und Magensaft, allein den Zwecken der Digestion dienen und lediglich zur Ausführung derselben abgesondert werden, ist das Verhältniß der Leberthätigkeit zu diesen Processen ein bei weitem lockereres. Die Gallensecretion geht auch zu Zeiten vor sich, wo keine Verdauung stattfindet, wie im Foetus, während des Winterschlafs 2c. Die Entwicklung der Leber im Thierreich hält ferner keineswegs gleichmäßig Schritt mit der Intensität der Verdauungsfunction[2]). Man hat aus diesem Grunde der Leber schon früh eine doppelte functionelle Bedeutung beigelegt: sie als ein Organ betrachtet, welches einerseits zur Erhaltung der normalen Blutmischung diene, andererseits in die Vorgänge der Verdauung eingreife.

1. Die Bedeutung der Leber als Blutreinigungsorgan, welche wir als zur Lehre vom Stoffwandel gehörig hier nur kurz berühren können, ist sehr ungenau gekannt. Es ist bis jetzt unmöglich, klar nachzuweisen, in wiefern die Galle eine depurative Ausscheidung ist, schon deßhalb, weil wir nicht wissen, welchen Beitrag die Leber von Seiten des Stoffwan-

---

[1]) Blondlot's Hund entleerte in 24 Stunden 40 bis 50 Grm. Galle; H. Nasse dagegen fand bei seinem Thier als mittlere Menge für mehrere Tage 200 bis 240 Grm. mit 16,44 bis 19,9 Proc. fester Bestandtheile.

[2]) Bei Fischen und Mollusken ist die Leber entwickelter als bei Säugethieren und Vögeln, obgleich die letzteren häufiger Nahrung zu sich nehmen und rascher verdauen.

dels für die Gallenbereitung erhält [1]). Wir wissen also nicht, was durch die Leberthätigkeit aus dem Blute entfernt wird, um so weniger als die Pfortader eine Menge von Materien der Leber zuführt, welche eben aus dem Darmcanal aufgenommen wurden und noch keine Theile des Bluts ausmachten. Der Kohlenstoff- und Wasserstoffreichthum der Galle hat zu der bereits von Tiedemann und Gmelin ausgesprochenen, später allgemein angenommenen Ansicht geführt, daß die Leber ein Supplementarorgan der Lungen sei. Diese Anschauungsweise hat zwar, vorausgesetzt, daß die Galle nicht, wie man angenommen hat, ins Blut zurückkehrt, worauf wir später zurückkommen werden, die elementare Zusammensetzung unseres Secrets für sich, sie ist indeß insofern ungenau, als es unbekannt bleibt, was von jenem Elemente durch die Vorgänge der Stoffmetamorphose, was dagegen direct aus den Verdauungsorganen geliefert wird. Nur das Erstere würde als depurative Ausscheidung zu betrachten sein. Die pathologischen Erscheinungen, welche sich zur Unterdrückung der Gallensecretion [2]), wie zur Atrophie der Leber hingesellen: Dissolution des Bluts, Hämorrhagien, Delirien 2c. haben wenig Analogie mit denen der verminderten Respiration, der gehemmten Kohlenstoff- und Wasserstoffausscheidung. Dieselben können indeß wenig aufklären, weil sie selbst nicht genügend festgestellt sind. Gewiß ist, daß bei langsam sich entwickelnden Desorganisationen der Leber die Dissolutionserscheinungen fehlen, daß ferner die Blutungen, welche fast immer auf den Darmcanal beschränkt sind, wenigstens größtentheils aus dem gestörten Pfortaderkreislauf erklärt werden müssen. Als Resultate können wir nur dieses hinstellen, daß die blutreinigende Function der Leber einer schärferen Bearbeitung bedarf, als ihr bisher zu Theil wurde.

2. Die Beziehungen der Galle zur Darmverdauung.

Der Umstand, daß die Galle einer durch das ganze Thierreich durchgreifenden anatomischen Anordnung zufolge, in den obern Theil des Darmcanals ergossen und den Ingestis während ihrer Verarbeitung beigemengt wird, wies die Physiologen schon früh darauf hin, an eine Betheiligung dieses Secrets bei dem Chylificationsproceß zu glauben [3]). Den genaueren Nachweis dieser Theilnahme versuchte man auf mannichfache Weise zu liefern; man war hierbei indeß wenig glücklich und sah sich genöthigt, mehr auf Vermuthungen, als auf Thatsachen sich zu stützen. Die hauptsächlichsten Ansichten über den Einfluß der Galle auf die Vorgänge der Darmverdauung wollen wir näher zu beleuchten versuchen.

a. Die Galle dient zur Neutralisation der freien Säure des Chymus.

Diese von Boerhaave aufgestellte Idee fand bis auf unsere Tage zahlreiche Anhänger. Sie ist irrthümlich; die Galle ist nicht im Stande die

---

[1]) Wie unwahrscheinlich es ist, daß die wesentlichen Bestandtheile der Galle, wie die des Harns durch den Stoffwandel im Blute gebildet werden, wurde bereits oben angedeutet.

[2]) Nicht zu verwechseln mit der unterdrückten Excretion, mit der sie leider zu häufig confundirt wurde.

[3]) Haller sagt in seinen Elem. physiol. T. I. p. 615 treffend: Bilem, si natura voluisset de sanguine expurgare, effudisset in vicinia intestini recti, ne chylum admissione sua temeraret. Sed in omnibus animalibus in principium intestini adfunditur; ut nihil fere alimenti ad sanguinem veniat, quod cum ea non mistum sit.

Säure des Chymus zu sättigen, weil sie in der Regel selbst neutral ist[1]).

b. Die Galle trägt zur Bildung des Chylus bei.

Man dachte sich diese Theilnahme auf verschiedene Weise: bald sollte, wie Autenrieth und Werner meinten, aus dem Chymus durch die Galle der Chylus gefällt werden, bald dagegen sollte, nach Haller's Idee, die Galle fette Stoffe in emulsionsartige Vertheilung bringen und zur Aufnahme in die Chylusgefäße geeignet machen, bald endlich sollten, wie Prout annahm, die verdauten eiweißartigen Verbindungen durch Galle wieder in Eiweiß verwandelt werden. Für die Betheiligung der Galle bei dem Chylificationsproceß glaubte man eine Zeitlang in den Experimenten, welche B. Brodie an Katzen anstellte, thatsächliche Belege zu besitzen. Brodie fand, daß nach Unterbindung der Gallengänge die Verdauung im Magen ungestört fortdauere, daß indeß weder in den Saugadern des Darms, noch im Ductus thoracicus weißer Chylus vorkomme. Tiedemann und Gmelin[2]) wiederholten diese Versuche und fanden die ungestörte Fortdauer der Magenverdauung bestätigt, konnten aber eine Behinderung der Chylification nicht wahrnehmen; die Contenta des Dünndarms waren normal, der Chylus erschien leicht geröthet, nicht milchicht getrübt, enthielt im Uebrigen die gewöhnlichen Bestandtheile des Milchsafts. Auf das Fehlen der weißen Farbe legten die beiden Forscher kein großes Gewicht, weil dieselbe von suspendirtem Fett herrühre. Leuret und Lassaigue[3]), sowie Magendie, Philipps u. A. gelangten im Wesentlichen zu demselben Resultate. Alle diese Experimente haben geringe beweisende Kraft, weil die Flüssigkeit, welche bei hungernden Thieren in den Chylusgefäßen des Darms und im Ductus thoracicus vorkommt, von dem bei normaler Darmverdauung sich findenden zu wenig abweicht, als daß man daraus sichere Schlüsse auf die Betheiligung oder Nichtbetheiligung der Galle am Chylificationsprocesse machen könnte. Die Frage ließ sich auf diesem Wege nicht entscheiden. Leicht dagegen war es den Nachweis zu liefern, daß die Art und Weise, wie die einzelnen Autoren die Theilnahme der Galle an der Chylusbereitung erklärt hatten, unrichtig sei. Der Autenrieth'schen Angabe, daß der Chylus durch die Galle präcipitirt werde, wurde schon von Tiedemann und Gmelin wiedersprochen, welche die weiße Masse, von der die Darmwandungen bekleidet sind, mit Recht für Schleim und Cylinderepithelien erklärten. Bei der Vermischung von Chymusfiltrat mit Galle wird allerdings ein Niederschlag gebildet; derselbe bestand aber, so oft er von mir untersucht wurde, immer bloß aus Schleim und Gallenfarbstoff.

Die Auflösung der fetten Körper durch Galle, welche von Haller, Leuret und Lassaigne, und noch neuerdings von Bouchardat und Sandras vertheidigt wurde, ist später Niemandem mehr gelungen. Galle mit neutralem Fett vermischt, löst dieses in keiner Weise. Eine feine Vertheilung, wie Bouchardat und Sandras[4]) sie annahmen, vermittelt das Lebersecret nicht im höhern Grade, wie jede andere viscide Flüssigkeit. Schüttelte ich Galle mit Olivenöl, so schied sich das letztere bald dem größern Theile nach wieder ab. Wenn indeß auch auf diese Weise an eine Auflösung oder Verdauung des Fettes durch die Galle nicht gedacht werden darf, so trägt dieselbe doch, wie wir weiter unten nachweisen, gleichzeitig mit dem pankreatischen

---

[1]) Bei directen Versuchen, Chymusfiltrate mit Galle zu neutralisiren, kann man sich leicht hiervon überzeugen: die Flüssigkeit bleibt sauer, auch wenn man weit größere Mengen Galle zusetzt, als im Duodenum hinzutreten. [2]) A. a. O. Bd. II. S. 2.
[3]) l. c. p. 149. [4]) Ann. des scienc. natur. Sec. Sér. T. XX. p. 171.

Safte und Darmsafte dazu bei, das Fett im Darmcanal in den Zustand der feinen Vertheilung zu bringen, in welchem es zur Aufnahme in die Chylusgefäße geeignet wird. Die pellucide Färbung des Chylus, welche alle Experimentatoren nach Unterbindung des Gallenganges wahrnahmen, bleibt immer ein bemerkenswerthes Factum.

Es blieb noch eine dritte Annahme übrig, nämlich die, daß die Galle zur Auflösung ungelöster Chymustheile verwendet werde. Sie fand namentlich in Hünefeld[1]) einen eifrigen Anhänger; directe neuere Versuche bestätigten sie jedoch nicht. Gekochtes Amylum mit frischer Galle digerirt, verändert sich in keiner Weise, auch nach zwei bis drei Tagen konnte ich bald gar keine, bald nur geringe Spuren von Zucker auffinden. In Zersetzung begriffen besitzt sie diese umwandelnde Kraft in höherem Grade[2]); keinenfalls jedoch in dem Maaße, daß wir die Metamorphose des Amylums als eine Aufgabe der Galle betrachten könnten, um so weniger als der Darmcanal in der Form des pankreatischen Saftes einen weit kräftigeren Erreger dieses Umsatzes enthält.

Rohrzucker mit Galle digerirt bleibt lange Zeit unverändert; später wird die Masse allmälich sauer, es bilden sich geringe Mengen von Milchsäure: in einzelnen Fällen trat starke Gasentwicklung und geistige Gährung ein. Auch der Traubenzucker erleidet, abgesehen von der Bildung kleiner Quantitäten Milchsäure, keine wesentlichen Veränderungen unter dem Einflusse der frischen Galle; auch hier stellt sich nicht selten Alkoholgährung ein. J. H. Meckel v. Hemsbach[3]) und Marchand glaubten in neuerer Zeit die Beobachtung gemacht zu haben, daß durch die Galle der Traubenzucker in Fett umgewandelt werde. Diese Angabe beruht auf einem Irrthume, wie schon Schiel[4]) und J. van den Broek[5]) bemerkten, und was ich selbst nach eigenen Beobachtungen bestätigen muß. Aus dem Traubenzucker bildet sich unter der Einwirkung frischer Galle Milchsäure, welche fette Säuren und Gallensäuren frei macht. Diese letzteren, namentlich die Fellin- und Cholinsäure sind in Aether löslich, sie vermehren daher den Aetherextract der eingetrockneten Masse und gaben auf diese Weise Veranlassung zu der Annahme einer Fettumwandlung des Zuckers, welche nicht stattfindet.

Geronnene eiweißartige Stoffe werden von Galle nicht angegriffen. Würfel von gekochtem Eiweiß oder Käse können wochenlang mit Galle digerirt werden, ohne sich zu verändern und an Gewicht zu verlieren. Zu demselben Resultate gelangte ich, wenn Eiweißresiduen von künstlichen Verdauungsversuchen, wie sie im Chymus vorkommen, mit Galle behandelt wurden. Nach Verlauf von Wochen waren sie noch unverändert; sie bedeckten sich allmälig mit Gallenharz, während die darüberstehende Flüssigkeit klar wurde. Muskelfasern aus Chymus verhielten sich in derselben Weise. Auch die bei der Magenverdauung übrig gebliebenen Reste von vegetabilischen Nahrungsstoffen von Brot, Kartoffeln ꝛc. gingen, wenn sie mit Galle behandelt wurden, keinerlei Veränderungen ein.

An die Fortsetzung des Auflösungsprocesses unverdauter Speisereste durch die Einwirkung der Galle ist hiernach nicht zu denken.

Man hat endlich noch der Galle einen Einfluß auf die gelösten Theile

---

[1]) Chemie und Medicin. Berlin 1841. S. 105.

[2]) Aehnliche Beobachtungen machten Valentin, Hoffmann (Häser's Arch. 1844) u. A. [3]) De genesi adipis in animalibus. Halae 1845.

[4]) Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für ration. Med. Bd. IV. S. 375. 1846.

[5]) Zeitschrift für ration. Med. 1849. Heft 2 und 3.

des Chymus zugeschrieben. Schon Prout[1]) machte die Wahrnehmung, daß das Filtrat des Dünndarminhalts durch die Siedhitze coagulirt werde, während das des Chymus unverändert bleibe. Er schloß daraus, daß die Galle aus Chymustheilen Eiweiß bilde. Scherer[2]) bestätigte diese Angabe. Er versetzte durch reine Verdauungsflüssigkeit gelöstes Muskelfleisch oder Kleber mit Galle und füllte die Mischung in ein ausgewaschenes Stück Duodenum, band beide Enden zu und hing es in destillirtes Wasser auf. Das letztere nahm bald Eiweiß auf und wurde durch Kochen gefällt. Dieser Versuch ist, wie schon Valentin hervorhob, nicht vollkommen beweiskräftig, weil abgewaschene Darmstücke, wenn sie in destillirtes Wasser gelegt werden, schon an und für sich Eiweiß abgeben.

Valentin leitet die Gerinnbarkeit, welche verdünntes Eiweiß im Dünndarm annimmt, bloß von der Reaction ab, was mit meinen Erfahrungen nicht übereinstimmt. Chymusfiltrat von Albumin erhält durch einfache Neutralisation die Fällbarkeit durch Siedhitze und die übrigen Eigenschaften des Eiweißes nicht wieder. Mit Galle digerirt nahm dasselbe in einigen Fällen bald die Reaction des Albumins, bald die des Caseins wieder an, in andern dagegen gelang der Versuch nicht. Von großer Bedeutung für den Digestionsproceß ist dieses Verhalten jedoch keinenfalls. Wir haben schon oben gesehen, daß nur der geringere Theil der durch den Magensaft gelösten Ingesta in den Darmcanal gelangt, der bei weitem größere dagegen vom Magen aus direct ins Blut übergeht, der Einwirkung der Galle also gar nicht unterworfen wird.

Die bisher mitgetheilten Erfahrungen zeugen sämmtlich gegen eine wesentliche Betheiligung der Galle an der Verdauungsarbeit. Dennoch kann man sich mit der Idee, daß der Eintritt des Lebersecrets in den obersten Theil des Darmcanals außer aller Beziehung zu den Vorgängen der Digestion stehe, überhaupt ohne Bedeutung für das vegetative Leben sei, nur schwer vertraut machen. Man schlug daher in neuester Zeit einen andern Weg der Forschung ein: man versuchte, um mich so auszudrücken, den Knoten, dessen einzelne Fäden sich nicht lösen lassen wollten, mit einem Streiche zu durchhauen. Schwann[3]) hatte nämlich die geistreiche Idee, den Gallengang bei Thieren zu unterbinden und durch Anlegung einer Gallenfistel diesem Secrete einen freien Abfluß nach außen zu verschaffen. Die Galle war also vom Darmcanal abgeschlossen, ohne durch die Entstehung der galligen Dyskrasie das Leben gefährden zu können. Hat die Galle bloß excrementitielle Bedeutung, so müssen unter diesen Verhältnissen Thiere, welche die nächsten Folgen der Operation überstehen, ungestört fortleben. Die erste Reihe von Beobachtungen, welche Schwann machte, ist der Ansicht, daß die Galle als reines Excret im Darmcanal keine Zwecke zu erfüllen habe, keineswegs günstig. Von den Hunden, welche die Operation überstanden, starben 4 binnen 7 bis 25 Tagen, 12 binnen 64 bis 80 Tagen: die ersten unter beständig zunehmender Abmagerung; die letzteren verloren anfangs an Gewicht, nahmen dann wieder zu und starben endlich an Erschöpfung. Die vier ersten Fälle können wenig beweisen, weil Hunde drei Wochen ohne alle Nahrung bestehen können; wollen wir mit Schwann den Tod der beiden letzten durch den Mangel der Galle im Darmcanal erklären, so bleibt die nach der Operation erfolgte Gewichtszunahme räthselhaft.

---

[1]) Chemistry, Meteorologie and the function of digestion. p. 508.
[2]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 40. S. 9.
[3]) Müller's Archiv für Anat. u. Physik. 1844. S. 127.

Einige Zeit nach der Veröffentlichung der Schwann'schen Arbeit schlug Blondlot[1]) denselben Weg des Experiments ein, und gelangte zu Resultaten, welche von denen des deutschen Physiologen wesentlich abweichen. Blondlot resumirt aus ihnen die gänzliche Bedeutungslosigkeit der Galle im Darmcanal. Ein Hund, dessen Gallenblase bei unterbundenem Duct. choledochus durch eine Canüle in directe Communication mit der Außenwelt gesetzt war, magerte anfangs, obgleich er die gewöhnliche Menge Futters zu sich nahm, bedeutend ab; die Verdauung war unvollständig, ein Theil der Nahrung ging unverändert mit den Faeces wieder ab. Diese Zufälle verschwanden indeß gänzlich, als man das Thier verhinderte, die aus der Fistelöffnung fließende Galle aufzulecken. Die Magerkeit nahm jetzt langsam wieder ab, so daß der Hund drei Monate nach der Operation die natürliche Beleibtheit wieder gewonnen hatte; ebenso kehrten die Kräfte und Munterkeit zurück. Die Defaecation erfolgte zweimal täglich, die Faeces waren weich und vollkommen frei von Gallenbestandtheilen; der Harn erschien zwar dunkel, aber nicht icterisch: mit einem Worte, die Gesundheit zeigte sich durch den Abschluß der Galle in keiner Weise beeinträchtigt.

In neuester Zeit hat Schwann seine Versuche von neuem wieder aufgenommen. Gleichzeitig hat H. Nasse demselben Gegenstande die verdiente Aufmerksamkeit zugewendet. Die Beobachtungen beider hochachtbarer Forscher verdanke ich einer mir von Hofrath R. Wagner gütigst mitgetheilten Correspondenz. Schwann ging bei seiner neuen Versuchsreihe hauptsächlich darauf aus, eine Fehlerquelle zu beseitigen, welche auf die Ergebnisse der ersten Reihe möglicherweise von Einfluß gewesen war. Die Fistel der Gallenblase hat nämlich beständig die Neigung sich zu schließen; der Ausfluß der Galle wird dadurch gehemmt, die Secretion selbst gestört. Schwann legte, um diesem Uebelstande abzuhelfen, nach Blondlot's Rath eine Canüle ein. Die Hunde nahmen jetzt in der That an Gewicht zu, erreichten aber dasjenige nicht wieder, was sie vor der Operation besaßen. Dreißig neue Versuche wurden in dieser Weise angestellt: bei allen war für freien Abfluß der Galle gesorgt, keine Spur davon kam im Harn vor: nichtsdesto weniger starben die Thiere doch, obgleich ein Hund ein Jahr lebte und ein anderer vier Monate. H. Nasse's Hund lebte nach der Operation vom 12ten August bis zum 27ten Januar, also beinahe ein halbes Jahr. Die Galle wurde in einem eignen Apparate aufgefangen. Die Menge schwankte bei verschiedener Kost zwischen 20 bis 240 Grm. mit 16,44 bis 19,19 Proc. fester Bestandtheile. Ein geringer Ausfluß war stets mit Unwohlsein verbunden. Der Hund fraß sehr viel, verdauete schlecht, blieb jedoch anfangs bei normalem Gewicht; später nahm die Freßlust ab und das Gewicht des Thieres sank.

Dies sind die Thatsachen, welche wir über die Bedeutung des Lebersecrets für die Darmverdauung besitzen. Zur Beantwortung der Frage, ob die Galle ein reines Excret sei und, ohne in die digestiven Processe wesentlich einzugreifen, durch den Intestinaltractus ihren Weg nach außen suche, oder ob sie während ihres Durchganges noch Zwecke zu erfüllen habe, sind sie meines Erachtens nicht vollkommen ausreichend. Denn wenn wir auch davon absehen, daß die Beweiskraft jener Experimente durch die Schwierigkeit, der Galle einen völlig unbehinderten Abfluß zu verschaffen und stetig zu erhalten, in hohem Grade beeinträchtigt wird[2]) und die Ergebnisse der Versuche als voll-

[1]) Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846.
[2]) Es dürfte kaum möglich sein, alle Hindernisse, welche störend auf den Abfluß des

gültig gelten lassen, so ist es dennoch unmöglich, ein bestimmtes Endresultat zu finden. Die Thiere lebten zum Theil allerdings ein halbes bis ganzes Jahr, was wenigstens soviel beweist, daß die Galle keine dringend nothwendige Zwecke zu erfüllen hat, wie etwa der Magensaft; allein am Ende magerten sie in allen Fällen ab und starben, was jedenfalls einen Grund haben mußte. Lag dieser in der Nichterfüllung von Functionen, welche die Galle bei der Chylification übernimmt, oder trug der gehinderte Abfluß derselben die Schuld? Eine sichere Entscheidung ist hier kaum möglich. Das lange Bestehen des Lebens spricht keineswegs gegen die erste Annahme; Störungen des Chylificationsprocesses können jedenfalls längere Zeit ertragen werden, weil der größere Theil der Nutrimente bereits im Magen vollständig verarbeitet und dem Blute überliefert wird, es gehören dahin alle anorganischen Nutrimente, die Kohlehydrate und die eiweißartigen Körper; bloß die Fette, deren Entziehung allein das Leben nicht in kurzer Frist gefährden kann, werden ausschließlich im Darmcanal verdaut. Zeichen eines gestörten Abflusses der Galle, wie icterischer Harn ꝛc., wurden von Schwann als dem Tode vorangehend nicht erwähnt.

Untergeordnete Functionen, welche das Lebersecret bei der Darmverdauung übernehmen soll, deren Suspension wenigstens allmälich das Leben gefährden könnte, wurden schon von den älteren Beobachtern angenommen und mehr oder minder durch Belege gestützt. Bethätigung der peristaltischen Bewegung, Vermehrung der Darmsecretion, antiseptische Wirkung auf die Darmcontenta ꝛc. wurden als solche hingestellt. Wir werden die hauptsächlichsten derselben im Einzelnen zu prüfen versuchen.

1. Die Galle vermehrt die Secretion der Darmdrüsen und bethätigt den motus peristalticus.

Tiedemann und Gmelin[1]) fanden bei Thieren, denen sie den Gallengang unterbunden hatten, die Contenta des Darmcanals sehr consistent, die Excremente wurden von ihnen selten ausgeschieden. Hieraus und aus dem ähnlichen Verhalten von Menschen, welche am Icterus leiden, schlossen sie, daß durch die Galle sowohl die Secretion der Schleimhaut, als auch die Contraction der Muskelhaut des Darmrohres angeregt werde. Eberle glaubte durch Versuche nachgewiesen zu haben, daß an allen Stellen der Darmschleimhaut, welche mit der Galle in Berührung kamen, vermehrte Absonderung von Darmsaft eintrete. Die galligen Diarrhoeen, welche zu krankhaft gesteigerter Leberthätigkeit sich hinzugesellen, scheinen diese Ansicht zu bestätigen. In Widerspruch mit derselben stehen die Beobachtungen von Blondlot, dessen Hund, ungeachtet kein Tropfen Galle in den Darmcanal gelangte, normale, wenig consistente Ausleerungen zwei mal täglich hatte. Auch Schwann und Nasse erwähnen einer behinderten Excretio alvi und ungewöhnlichen Consistenz der Fäcalstoffe nicht.

2. Die Galle übt im Darmcanal antiseptische Wirkungen aus.

Schon Saunders, später Tiedemann und Gmelin, Leuret und Lassaigne, Eberle und die meisten neueren Forscher, Hoffmann, v. Gorup-Besanez, ꝛc. schrieben der Galle antiseptische Eigenschaften zu.

Nach der Unterbindung des Gallenganges waren bei den Tiedemann'schen Versuchen die Contenta der dünnen und dicken Gedärme von höchst wider-

---

Lebersecrets wirken können, dauernd zu beseitigen. Wie nachtheilig solche Stockungen auf die Gesundheit und das Leben der Thiere einwirken, bezeugen Schwann und Nasse in gleicher Weise. Es ist dies aber ein fremder Factor, welcher eliminirt sein muß, wenn die Ergebnisse in allen Stücken gelten sollen.

[1]) A. a. O. Bd. II. S. 64.

wärtigem Geruche; Gase hatten sich in großer Menge entwickelt. Aehnliche Verhältnisse pflegen bei Icterischen vorzukommen. In drei Fällen von Unterbindung der Gallengänge, welche auf dem hiesigen physiologischen Institute angestellt wurden, war der Inhalt des Magens stark sauer, schon im obern Theil des Dünndarms ging indessen die Reaction in die alkalische über. Gase fanden sich im Ileum in großer Menge. Die blaß gefärbten Filtrate, welche eiweißhaltig waren, nahmen auf Zusatz von Salpetersäure eine rosenrothe, durch Salzsäure eine violette Farbe an. Es rührt diese Färbung von einer Substanz her, welche unter den Fäulnißproducten eiweißartiger Körper schon wiederholt beobachtet wurde. Virchow[1] begegnete ihr bei der Fäulniß des Faserstoffes, Bopp[2] unter den Fäulnißproducten der eiweißartigen Körper überhaupt. In den bei unbehindertem Zutritt der Galle sich im Darmtractus vorfindenden Contentis wurde von mir dieser Körper vermißt. Eine antiseptische Wirkung der Galle scheint hiernach nicht in Abrede gestellt werden zu können.

3. Die Galle trägt durch ihren Wassergehalt zur Verdünnung der Darmcontenta bei und befördert dadurch die Aufnahme der gelösten Theile ins Gefäßsystem nach den Gesetzen der Diffusion.

Es wird zu diesem Zwecke ein großer Theil des Wassergehalts der Galle disponibel, weil die anfangs gelösten Bestandtheile derselben allmälig fast sämmtlich unlöslich werden. Die Galle theilt übrigens diese Function mit dem pankreatischen Saft und Darmsaft.

Resumiren wir in wenig Worten das, was bisher über die Bedeutung der Galle erkannt wurde, so ergiebt sich, daß ihre Abwesenheit im Darmcanal längere Zeit, ohne tiefere Störungen der Nutrition zu veranlassen, ertragen wird, daß sie mithin jedenfalls nur untergeordnete Aufgaben zu erfüllen hat. Als letztere kann ihr Einfluß auf die Verdauung des Fetts, welchen sie mit dem pankreatischen Saft und Darmsaft gemein hat, ihre antiseptische Wirkung, die Verdünnung der Darmcontenta und vielleicht noch die Bethätigung der Excretion gelten.

Verhalten der Galle im Darmcanal.

Die Galle, wie sie beim Beginn der Dünndarmverdauung in den Darmcanal übergeht, erleidet eine Reihe von Metamorphosen, welche man bisher in ihren einzelnen Stadien nicht genügend verfolgt hat. Die genauere Berücksichtigung derselben ist von großem Interesse, weil von ihnen es abhängt, ob die Galle als reines Excret zu betrachten ist, welches vollständig wieder ausgeschieden wird, oder ob dieselbe zum Theil oder ganz in den Kreislauf zurückkehrt. Man hat diese Frage auf streng sich gegenüberstehende Weisen beantwortet, indem man bald annahm, daß alle Galle mit dem Stuhl in veränderter Form austrete (Mulder), bald dagegen, daß sie der Hauptsache nach wieder aufgesogen werde, um noch den Zwecke der Respiration zu dienen (Liebig). Wir werden sehen, daß beide Ansichten dem strengen Wortlaut nach unhaltbar sind, daß nämlich allerdings ein Theil der Galle aus dem Darmcanal ins Blut zurückkehre, ein anderer dagegen, und zwar der größere, mit den Excrementen ausgeleert werde.

Die Veränderungen, welche die Galle im Darmcanal erleidet, sind die-

[1] Henle's und Pfeufer's Zeitschrift f. ration. Med. Band V. S. 213.
[2] Annal. d. Chem. u. Ph. Bd. 69.

selben, welche dieses Secret außerhalb des Organismus unter dem Einflusse von Säuren und Gährungserregern eingeht. Sie zerfällt in Taurin, Choloidinsäure (Fellinsäure und Cholinsäure) und Dyslysin. Diese Metamorphose beginnt sogleich beim Eintritt der Galle ins Duodenum und schreitet beim tiefern Hinabsteigen im Darmcanal allmälig weiter, bis der Endpunkt der Umwandlung das Dyslysin sich gebildet hat.

Die Löslichkeit der Gallenstoffe nimmt hierbei in demselben Maaße ab, in welchem ihre Sauerstoffmengen sich vermindern; im gleichen Grade hört ihre Resorptionsfähigkeit auf. Gleichzeitig geht der Gallenfarbstoff bestimmte Veränderungen ein. Wir verfolgen diese Metamorphosen des Lebersecrets innerhalb des Darmcanals in seinen einzelnen Momenten. Beim Zusammentreten der Galle und des pankreatischen Saftes mit den sauren Magencontentis, dem Chymus, im Zwölffingerdarm, entsteht zunächst ein Präcipitat von gelbgrüner Farbe. Dasselbe besteht der Hauptsache nach aus Schleim, welcher mechanisch einen Theil des Gallenfarbstoffs und Gallenfetts mit sich niederreißt. Dieser Niederschlag wurde zu wiederholten Malen künstlich durch Vermischung von Chymusfiltrat mit Galle nachgemacht, sorgfältig ausgewaschen und untersucht, seine Zusammensetzung blieb im Wesentlichen immer dieselbe, mogte der Chymus von vegetabilischen oder animalischen Nutrimenten herrühren. Beim Einäschern hinterließ er eine ansehnliche Menge Asche, bestehend aus kohlensaurer und schwefelsaurer Kalkerde nebst Erdphosphaten. Die Quantität, zum Theil auch die Zusammensetzung des Niederschlags, hängt von zwei Umständen ab: 1. vom Säuregehalt der Magencontenta, 2. vom Schleimgehalt der Galle und dem Grade der Umsetzung, welchen dieselbe schon in der Gallenblase erlitten hat. Nach längerm Fasten, wo die Galle schon während ihres Verweilens in der Blase Umsetzungen eingeht, wird der Niederschlag am ansehnlichsten und enthält kleine Mengen von Choloidinsäure, welche sich unter dem Einflusse des Schleims bildeten, beigemengt[1]). Die kleine Menge von kohlensaurem Natron, welches die frische Galle enthält, giebt im Duodenum die Kohlensäure ab. Beim weiteren Hinabsteigen im Dünndarm schreitet der Umsetzungsproceß der Galle langsam vorwärts. Im Jejunum enthält das Filtrat noch unveränderte Galle, in Wasser löslich und mit neutralem und basisch essigsaurem Bleioxyd pflasterartige Niederschläge von cholsaurem und choleinsaurem Bleioxyd gebend. Mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure stellt sich die bekannte Pettenkofer'sche Reaction ein. Der Gallenfarbstoff erscheint grünlich, läßt aber, mit Salpetersäure versetzt, noch den charakterischen Farbenwechsel von Blau, Violet und Roth wahrnehmen. Ein großer Theil ist jedoch schon hier im Wasser unlöslich geworden und kann nur durch Auskochen mit Alkohol gewonnen werden. Die relativen Mengenverhältnisse der noch unveränderten und bereits zersetzten Galle lassen sich leider nicht mit einiger Genauigkeit feststellen, weil die Dünndarmcontenta wegen ihrer schleimigen Beschaffenheit sich äußerst schwer filtriren und auswaschen lassen. Im Allgemeinen scheinen schon im obern Theil des Darmcanals die unlöslich gewordenen Gallenbestandtheile vorwiegend, jedoch nicht immer in gleichem Maaße, um so mehr, je größer der Säuregehalt des Magens ist. Im Ileum nimmt die Menge der letzteren mehr und mehr Ueberhand; im Filtrate bleiben auch hier noch lösliche Gallentheile nachweislich, indeß erscheint

---

[1]) Bei einem Hunde, welcher nach längerem Fasten getödtet wurde, war die Blasengalle dicklich grumös und gab beim Vermischen mit dem Chymusfiltrat einen Niederschlag, der nach dem Auswaschen an Alkohol Cholin- und Fellinsäure abgab.

ihre Menge gering, während das durch Alkohol und Aether Extrahirbare immer überwiegender wird. Der Farbstoff geht allmälig vom Grünlichen ins Braune über, gegen die Coecalklappe hin erscheint er oft schon intensiv braun gefärbt. Der auf Zusatz von Salpetersäure eintretende Farbenwechsel wird immer unbestimmter, die braune Farbe geht zuletzt sofort in die schmutzig rothe über. Auch die Löslichkeit des Farbstoffes wird immer schwächer, der wässerige Auszug des Darminhalts darum ärmer. Das Cholepyrrhin nimmt nach und nach alle Eigenschaften an, welche es in manchen Gallensteinen nach der genauen Beschreibung Scherer's [1]) wahrnehmen läßt.

Im Coecum und den Grimmdärmen treten allmälig die letzten Metamorphosen ein: Cholin- und Fellinsäure gehen größerentheils in Dyslysin über: bei eintretender Alkalescenz durch Ammoniakentwicklung, wie sie häufig, aber keineswegs immer vorkommt, kann ein Theil des letzteren löslich bleiben, allein groß ist die Menge nicht, weil diese Verbindung schon durch Kohlensäure zerlegt wird. Das Filtrat der Dickdarmcontenta, besonders des Rectums, erscheint aus diesem Grunde blaß, schwach gelblich gefärbt, und läßt auf Zusatz von Salpetersäure keine Farbenveränderung wahrnehmen[2]), enthält bald noch Ueberreste von cholsaurem Alkali, bald dagegen nicht mehr. Was die beiden Paarlinge der Gallensäuren betrifft, das Glycocoll und Taurin, so wurde das erstere von mir vergebens im Innern des Darmcanals gesucht; das Taurin dagegen konnte unzweideutig erkannt werden. Die schönsten und größesten Krystalle fand ich im Magen einer neugebornen Ziege, welcher mit Galle und zäher Schleimmasse angefüllt war. Hier war die Schleimhaut des Pylorustheils mit großen durchsichtigen sechs und vierseitigen Prismen besäet, welche in Salzsäure sich nicht veränderten, von Salpetersäure aber gelöst wurden: eine kleine Quantität, welche gesammelt und mit Alkohol ausgewaschen wurde, verbrannte ohne Rückstand; mit Salpeter und kohlensaurer Baryterde geglüht ließ sie bei der Extraction mit verdünnter Salzsäure Spuren von schwefelsaurer Baryterde zurück.

Dieselben Krystalle wurden in den Filtraten des Dünn- und Dickdarms, welche zur Trockne gebracht und mit Alkohol extrahirt, sodann mit Wasser behandelt und vorsichtig eingedampft waren, zu wiederholten Malen gefunden[3]), in anderen Fällen fehlten sie jedoch gänzlich. Ob hier, wie Buchner [4]) bei der Fäulniß der Galle beobachtete, ein Zerfallen des Taurins mit Bildung von unterschwefligsauren Verbindungen stattfand, bleibt dahin gestellt. Auch in den menschlichen Excrementen wurde Taurin nachgewiesen. Es leidet hiernach keinen Zweifel, daß die Galle während ihres Durchganges durch den Intestinaltractus dieselben Metamorphosen eingeht, welche sie außerhalb des Organismus unter dem Einflusse von Säuren und Fermentkörpern zu erleiden pflegt.

Die Frage, ob die Gallenbestandtheile vollständig ausgeschieden werden

---

[1]) Annal. d. Chem. u. Ph. Bd. 53.

[2]) Eine Ausnahme in Bezug auf die Färbung des Filtrats machen die Darmcontenta bei Pflanzenahrung. Hier erscheint der wässerige Auszug immer braun gefärbt, enthält huminartige Körper, welche an der Luft bald schwarz und undurchsichtig werden. Sie sind für Untersuchungen dieser Art vollkommen unzugänglich.

[3]) Man wählt zu diesen Versuchen am besten Thiere, welche mit Fleisch, Milch und ähnlichen wenig Faecalrückstände liefernden Stoffen gefüttert wurden. Bei Anwendung von vegetabilischen Nutrimenten hat man zu sehr mit fremdartigen Beimengungen zu kämpfen.

[4]) Gelehrte Anzeigen der königl. baier. Akademie der Wissenschaften. Nr. 232, 1849.

oder nicht, beantwortet sich hiernach weder streng nach der einen noch nach der anderen Seite.

Ein kleiner Theil der Gallensäure und des Farbstoffs geht vom oberen Theil des Dünndarms aus wieder in die Pfortaderäste über. Diese Aufnahme dauert so lange fort, als die Löslichkeit der Gallenstoffe und die Concentration des Darminhalts sie gestattet [1]). Die größere Menge des Lebersecrets wird dagegen mit den Excrementen ausgeschieden. Das Taurin kann theilweise wieder aufgenommen werden. Der größte Theil wird indeß wegen seiner Schwerlöslichkeit und wegen seiner Entstehung im unteren Theil des Darmtractus, wo die Concentration des Inhalts der Aufnahme nach endosmotischen Gesetzen im Wege steht, ausgeleert.

Nicht immer erreicht die Metamorphose der Galle den eben beschriebenen Grad der Vollendung. Bei den Diarrhoeen, sei es, daß sie durch pathologische Processe oder durch Abführungsmittel hervorgerufen werden, tritt ein Theil der Galle unzersetzt aus. Sie läßt sich hier im Wasserextracte durch die Pettenkofer'sche Reaction nachweisen. Dasselbe gilt von Typhusstühlen u. s. w.

Der pankreatische Saft.

Succus pancreaticus. Bauchspeichel.

Es giebt kaum eine Flüssigkeit des thierischen Organismus, über welche längere Zeit ein so undurchdringliches Dunkel geschwebt hätte, als über das der pankreatischen Drüse und seine physiologische Function. Die Schwierigkeit, sich dasselbe im reinen Zustande zu verschaffen, die jedoch, wie wir später sehen werden, überschätzt wurde, schreckte die Beobachter ab und überwies dieses Gebiet an die Muthmaßung und Hypothese, welche hier bis auf die neueste Zeit ein freies Spiel hatten.

Regnier de Graf [2]) war der Erste, dem es im Jahre 1664 gelang, das Secret des Pankreas eines Hundes aufzufangen. Er fand dasselbe klar und wenig klebrig; der Geschmack kam ihm bald angenehm säuerlich, bald salzig, am häufigsten säuerlich-salzig vor. Auch Fl. Schuyl [3]) wollte sauren Geschmack wahrgenommen haben. Beide Autoren standen indeß zu sehr unter dem Einflusse der theoretischen Ansichten ihres Meisters Franz Sylvius, als daß sie unbefangen hätten beobachten können; sie gingen offenbar darauf aus, Belege zu finden für die damals in voller Blüthe stehende Sylvische Verdauungstheorie, nach welcher die Vermischung des sauren pankreatischen Saftes mit der alkalischen Galle und die daraus entstehende Darmgährung das Grundprincip aller Digestion war.

Ihre Behauptung wurde auch bald durch die Untersuchungen von Wepfer, Pechlin, Brunner und Bohn, welche sämmtlich keine Säure wahrnehmen konnten, zweifelhaft gemacht. Viridet [4]) dagegen wollte wiederholt eine Lackmus röthende Eigenschaft beobachtet haben, während Heuer-

---

[1]) Schmid (Ueber Pfortaderblut, Heller's Archiv, 1846 u. 47.) hat die Pettenkofer'sche Probe beim Pfortaderblut vergebens versucht. Es verdient indeß die Sache im größeren Maßstabe wiederholt zu werden.

[2]) Tractat. anatomico-medicinae de succi pancreatici natura et usu. Lugd. Bat. 1664.

[3]) Tractat. pro veteri medic. Leidae, 1670.

[4]) De prima coctione, pag. 266.

mann bei Hunden, später Mayer[1]) bei Katzen und Magendie[2]) bei Gänsen die pankreatische Flüssigkeit alkalisch fanden.

Die ersten brauchbaren und zuverlässigen Untersuchungen über das in Rede stehende Secret wurden fast zu gleicher Zeit von Tiedemann und Gmelin[3]), so wie von Leuret und Lassaigne[4]) geliefert. Eine klare Einsicht in den Gegenstand wurde indeß auch hierdurch nicht gewonnen; im Gegentheil, die Ungewißheit wurde noch größer, weil beide Forscher zu Resultaten gelangten, welche unter sich in directem Widerspruche stehen. Leuret und Lassaigne fanden den pankreatischen Saft des Pferdes alkalisch, in seinem Verhalten dem Mundspeichel nahe kommend; er wurde, wie dieser, durch Salpetersäure und Salzsäure schwach getrübt und enthielt 0,9 Proc. fester Bestandtheile, bestehend aus den gewöhnlichen Salzen nebst kleinen Mengen theils in Alkohol, theils in Wasser löslicher Materie. Ganz anders lauten die Ergebnisse der beiden deutschen Forscher. Sie fanden den pankreatischen Saft vom Speichel verschieden. Beim Schafe und Hunde reagirte er anfangs schwach sauer, später, als die Thiere viel gelitten hatten, wurde er alkalisch. Siedhitze coagulirte ihn vollständig, auf Zusatz von Salpetersäure ließ er viele große Eiweißflocken fallen. Der trockene Rückstand betrug beim Hunde 8,7 Proc. beim Schafe 3,7 bis 5,2 Proc. Die Menge des Eiweißes betrug die Hälfte aller festen Bestandtheile (beim Hunde 0,4, beim Schafe 0,62) außerdem war eine käseartige Materie, Extractivstoff und eine durch Chlor sich röthende Substanz vorhanden; die letztere fehlte beim Schafe. Beide Analysen widersprechen sich fast in allen Punkten, die Frage über die Natur des pankreatischen Safts blieb also unerledigt. Die späteren Autoren schlossen sich je nach ihrer individuellen Ansicht bald den Ergebnissen der französischen, bald denen der deutschen Forscher an. In neuester Zeit beschäftigten sich Blondlot[5]), Bouchardat und Sandras[6]), so wie besonders Cl. Bernard[7]) mit dem pankreatischen Fluidum und dessen physiologischer Bedeutung. Die drei ersten Beobachter beschränken sich auf kurze Notizen, denen zufolge der Bauchspeichel alkalisch reagirt und in seinen Eigenschaften und Wirkungen mit dem Mundspeichel übereinkommt. Umfassender sind die Untersuchungen Bernard's, welche an Hunden, Kaninchen, Pferden und Vögeln (Hühnern und Tauben) mit denselben Resultaten angestellt wurden.

Der pankreatische Saft ist hiernach ein farbloses, fadenziehendes, zähes Fluidum von alkalischer Reaction. In der Siedhitze coagulirt er und verwandelt sich in eine weiße feste Masse, ohne daß ein Tropfen Flüssigkeit frei bleibt. Ebenso wird er präcipitirt durch Salpetersäure, Schwefelsäure und concentrirte Salzsäure, ferner durch Alkohol und die Metallsalze. Essigsäure, Milchsäure und verdünnte Salzsäure coaguliren die Flüssigkeit nicht, kaustische Alkalien veranlassen keine Trübung, sie lösen das durch Säuren gebildete Präcipität wieder auf. Von Albumin unterscheidet sich diese organische Substanz dadurch, daß sie, von Alkohol gefällt, in Wasser leicht löslich bleibt.

Wohl zu unterscheiden von dem eben beschriebenen normalen pankreati-

---

[1]) Deutsches Archiv für Physiologie. Bd. III., S 170.
[2]) Précis élément. de Physiologie. T. II., pag. 367.
[3]) A. a. O., Bd. I. S. 28.
[4]) Recherch. phys. et chimiq. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris, 1825. pag. 104 — 108.
[5]) l. c. p. 125.
[6]) Compt. rend. T. XX. 1845.
[7]) L'Institut Nr. 748. 1848. Archiv. général de Med. Janv. 1849.

Saft ist, nach Bernard, der krankhafte, welcher von der in Folge des operativen Eingriffs entzündeten Drüse secernirt werden soll. Dieser ist dünnflüssig, bald klar, bald opalescirend, von alkalischer Reaction; durch Siedhitze und Alkohol wird er nicht gefällt. Er wird in ungleich größerer Menge secernirt, als der normale.

Meine eigenen Untersuchungen, welche am Esel und Hunde, so wie an Katzen angestellt wurden, stimmen mit diesen Angaben nicht überein. Zur Gewinnung des pankreatischen Saftes wurde folgender Weg eingeschlagen. Die Thiere wurden, nachdem sie vorher gefüttert waren [1]), ätherisirt, sodann die Bauchhöhle in der Lin. alba. geöffnet, das Duodenum aufgesucht und die vordere Wand desselben der Länge nach aufgeschlitzt. In die an der papillenartigen Erhebung der Schleimhaut und dem Austritt einer wasserhellen Flüssigkeit leicht kenntlichen Mündung des Wirsung'schen Ganges wurde ein feines silbernes Röhrchen vorsichtig eingeschoben und durch eine Ligatur befestigt. Gleichzeitig wurde in den meisten Fällen der Gallengang in der Nähe seiner Insertion unterbunden, um den Uebertritt des Secrets in den feineren, gemeinsam mit dem D. choled. mündenden Ausführungsgang zu verhindern. Bei einem Esel trat 5 Minuten nach der Befestigung des Röhrchens der pankreatische Saft vollkommen rein tropfenweise, zu Zeiten, wenn das Thier tief inspirirte, in einem feinen Strahle hervor. Es konnten in 3/4 Stunde 25 Gramm gesammelt werden. Die zu Anfange und zuletzt ausfließenden Portionen, welche jede für sich untersucht wurden, verhielten sich in Bezug auf Quantität und Beschaffenheit ihrer Bestandtheile vollkommen gleich.

Die Flüssigkeit war klar und farblos, ein wenig fadenziehend, reagirte alkalisch und ließ unter dem Mikroskop keine Formbestandtheile wahrnehmen. Das specifische Gewicht derselben betrug bei 21° C. 1008,2. Die Siedhitze trübte sie kaum wahrnehmbar, eine Fällung von Eiweiß trat nicht ein. Essigsäure erzeugte eine weiße Trübung, welche im Ueberschuß der Säure sich langsam, erst beim Erwärmen vollständig wieder löste. Die essigsaure Lösung gab mit Kaliumeisencyanür ein leichtes Präcipitat. Auf Zusatz von Chlorwasser entstand eine grauliche flockige Trübung; eine Röthung, wie sie Tiedemann und Gmelin beschrieben, wurde hierbei nicht wahrgenommen. Salpetersäure erzeugte eine ähnliche Trübung, welche beim Kochen und auf Zusatz von Ammoniak sich intensiv gelb färbte (Xantoproteinsäure). Ebenso wurde durch Alkohol ein Präcipitat gebildet, jedoch in weit geringerem Maaße, als es beim Speichel der Fall ist. Eingetrocknet hinterließ die Flüssigkeit einen blaßgelben firnißartigen Rückstand, welcher an Aether eine geringe Menge butterartigen Fettes abgab. Alkohol löste einen größeren Theil des Rückstandes. Die Lösung ließ eingedampft cubische, octaedrische und farrenkrautähnliche Krystalle von Kochsalz und eine kleine Menge bräunlich gefärbter Extractivstoffe zurück. In Wasser gelöst färbte sich das Alkoholextract auf Zusatz von Eisenchlorid nicht; Rhodanverbindungen fehlen also gänzlich. Die mit Aether und Alkohol erschöpfte Masse löste sich bis auf einen sehr kleinen Rückstand wieder in heißem Wasser, die Lösung wurde durch Alkohol und Gerbsäure mäßig getrübt, Essigsäure bildete eine leichte im Ueberschuß der Sänre lösliche Trübung, auf Zusatz von Eisenchlorid, salpetersaurem Quecksilberoxyd und Sublimat ließ sie einen flockigen Niederschlag fallen; salpetersaures Silberoxyd erzeugte ein gelbweißes Präcipitat, welches der

[1]) Im nüchternen Zustande läßt sich, was mich zahlreiche vergebliche Versuche lehrten, kein pankreatisches Secret gewinnen.

Hauptsache nach aus phosphorsaurem Silberoxyd und Chlorsilber bestand. 100 Theile der Flüssigkeit ließen im Wasserbade getrocknet 1,36 Proc. festen Rückstand und bei der Verbrennung 1,01 Proc. Asche. Die Menge der organischen Bestandtheile verhält sich also zu der der anorganischen = 1 : 3.

Die Zusammensetzung des pankreatischen Saftes vom Esel gestaltet sich folgendermaßen:

1000 Theile desselben enthalten:

Wasser	986,40
Feste Bestandtheile	13,60
Fett	0,26
Alkoholextract	0,15
Wasserextr. und caseinartige Mat. .	3,09
Chlornatrium . . . . 3 basisch phosphorf. Natron . . . schwefelsaure Alkalien	8,90
kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde	1,20.

Der pankreatische Saft des Hundes, welcher auf dieselbe Weise, jedoch nur in der Menge von 2 bis 3 Gramm gewonnen wurde, war bedeutend zäher und um ein Geringes reicher an festen Bestandtheilen; er enthielt davon 1,62 Proc. In der Siedhitze ließ er eine geringe Menge Eiweiß fallen [1]), verhielt sich im Uebrigen ganz wie das pankreatische Secret des Esels.

Auch die wenigen Tropfen, welche bei Katzen durch Aufsaugen mit der Pipette erlangt wurden, zeigten ein gleiches Verhalten.

Ich kann hier unmöglich annehmen, ein krankhaftes Secret, wie es nach Cl. Bernard's Beschreibung von der entzündeten Drüse geliefert wird, untersucht zu haben. Die Flüssigkeit aus dem Pankreas des Esels hatte von den ersten 5 Minuten an dieselbe Zusammensetzung wie die nach $^3/_4$ Stunde abfließende, was durch einen Versuch nachgewiesen wurde. Die Drüse litt bei der Operation weniger, als es nach der Methode Bernard's, wo sie theilweise durch die Wunde aus der Bauchhöhle hervorgezogen wird, der Fall sein muß. Der ganze Versuch wurde vom Hofrath Wagner und mir mit möglichster Schonung ausgeführt. Die große Differenz, welche zwischen den Angaben des französischen Forschers und unseren Beobachtungen besteht, erinnert an die ungleichen Resultate, zu welchen schon vor 25 Jahren auf der einen Seite Tiedemann und Gmelin, auf der anderen Leuret und Lassaigne gelangten. Es ist hierbei auffallend, daß Leuret und Lassaigne, mit deren Angaben unsere Wahrnehmungen die meiste Aehnlichkeit haben, ebenso wie wir die Canüle zum Auffangen des Saftes vom Darm aus in den Wirsung'schen Gang einführten, während Bernard, dessen Beobachtungen sich denen von Tiedemann und Gmelin anschließen, wie diese außerhalb des Darms den Gang aufsuchte und das, was er dafür hielt, durch Aufschlitzen für die Röhre zugängig macht. Vielleicht liegt hierin der Schlüssel zu den gänzlich abweichenden Ergebnissen.

Der pankreatische Saft hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Speichel,

[1]) Die Flüssigkeit enthielt indeß, was ich bemerken muß, einige Blutspuren.

unterscheidet sich aber durch das Fehlen der Rhodanverbindung und hauptsächlich durch die abweichende Natur seines Fermentkörpers.

Der als Speichelstoff oben beschriebene Bestandtheil der Mundflüssigkeit findet sich im Secrete des Pankreas nur in sehr geringer Menge. Das letztere enthält dafür eine Materie, welche durch ihre große Neigung zur Zersetzung ausgezeichnet ist. Schon nach wenigen Stunden läßt der pankreatische Saft, wenn er in einem offenen Gefäße bei einer Temperatur von 25° C. an der Luft steht, dem Geruchsorgan unzweideutige Zeichen putrider Zersetzung wahrnehmen. In gleicher Weise verhält sich die durch Auspressen des Drüsengewebes gewonnene Flüssigkeit.

Durch diese große Zersetzbarkeit erhält das Secret die energische Fermentwirkung, welche es, wie wir nachweisen werden, auf Amylum, auf die Galle u. s. w. ausübt.

Die Absonderungsthätigkeit des Pankreas ist keine gleichmäßige. Während der Abstinenz erscheint das Gewebe der Drüse blaß und blutarm; der Wirsung'sche Gang ist leer und Secrete lassen sich nicht aufsammeln[1]). Während der Verdauung wird in ähnlicher Weise wie der Magen das Pankreas blutreich und turgescirend, die Absonderung wird lebhaft und die Flüssigkeit tritt tropfenweise ins Duodenum.

Ueber die Quantität des beim Menschen in 24 Stunden abgesonderten Saftes läßt sich nichts Bestimmtes angeben. Bei einem Esel wurde von uns in 3/4 Stunde 25 Grm. gesammelt, bei einem Jagdhunde in 25 Minuten beinahe 3 Grm. Bernard erhielt von einem großen Hunde 8 Grm. in der Stunde, nach Eintritt der Entzündung am folgenden Tage stündlich 16 Grm.; bei einem anderen in 7 Stunden nur 5 Grm.

Physiologische Bedeutung.

In ähnlichem Maaße, wie die chemische Zusammensetzung des pankreatischen Saftes unbekannt blieb, war seine physiologische Function ein Räthsel, an dessen Lösung sich Niemand vernünftiger Weise hätte wagen sollen. Die verschiedenartigen Ansichten, welche man dennoch aussprechen zu müssen glaubte und die dem Bauchspeichel bald die Aufgabe beilegten, den Milchsaft von den Excrementen zu sondern, bald die Schärfe der Galle zu mildern, bald den Chymus zu assimiliren u. s. f., können wir übergehen, weil sie ohne thatsächliche Belege dastehen und bloße Umschreibungen unserer Unkenntniß darstellen.

Die besseren Physiologen, Haller[2]) und in neuerer Zeit Magendie, scheuten sich nicht, offen zu gestehen, daß die functionelle Bedeutung des Pankreas gänzlich unbekannt sei. Auch Tiedemann und Gmelin, deren Forschungen fast für alle Momente der Digestionsprocesse lichtbringend wurden, kamen in Betreff des pankreatischen Saftes nur zu der an und für sich wenig wahrscheinlichen und unklaren Vermuthung, daß der Stickstoffgehalt desselben zur Assimilation der vegetabilischen Nahrungsmittel beitrage.

---

[1]) Die ersten Versuche, welche von mir im Sommer und Herbst 1848 an Hunden angestellt wurden, mißlangen gänzlich, weil ich die Thiere, um nicht durch den ausgedehnten Magen bei der Operation incommodirt zu werden, vorher hätte fasten lassen. Aehnliche Erfahrungen machte Bernard.

[2]) Plura possunt esse negotia liquoris nondum satis noti.

[3]) Il est impossible de dire à quoi peut servir le liquide de pancreas. Préc. élém. de Phys. T. I., p. 366.

Erst in neuester Zeit gelang es auf experimentellem Wege wenigstens einige Anhaltspunkte für die dem Pankreas obliegende Function zu gewinnen. Die erste Thatsache, welche festgestellt werden konnte, war die, daß das Gewebe der pankreatischen Drüse Stärkekleister rasch in Dextrin und Traubenzucker umzuwandeln vermag. Schon Valentin machte diese Beobachtung; später wurde dieselbe in ausgedehnterem Maßstabe von Bouchardat und Sandras[1]) verfolgt. Bestätigungen wurden fernerhin von Strahl[2]) und A. geliefert. Reiner pankreatischer Saft besitzt diese umwandelnde Kraft in noch weit höherem Grade.

Ein ganz anderes Feld der Wirksamkeit suchte neuerdings A. Bernard für die pankreatische Drüse nachzuweisen, indem er in ihr das alleinige Organ für die Verdauung des Fettes gefunden zu haben glaubte. Schon von Eberle[3]) wird bemerkt, daß der sogenannte Bauchspeichel im Stande sei Fett aufzunehmen und in emulsiver Suspension zu erhalten. Bernard theilte eine größere Reihe von Versuchen mit, nach welcher diese Eigenschaft sich als die eigentliche Aufgabe, welche der pankreatische Saft im Darmcanal bei der Verdauung zu erfüllen hat, darstellt. Die Belege, welche der französische Forscher für diese Ansicht aufführt, bestehen in folgenden:

1. Neutrale Fette, mit pankreatischem Saft geschüttelt, bilden sehr schnell eine Emulsion. Speichel, Magensaft, Blutserum ꝛc. sind nicht im Stande das Fett so fein zu vertheilen. Dasselbe scheidet sich von ihnen bald wieder ab, während das Secret des Pankreas es gebunden hält. Nach einiger Zeit sollen sich hierbei die neutralen Fette in Glycerin und Fettsäuren zerlegen.

2. Hunde, denen beide Ausführungsgänge der Drüse unterbunden wurden, bildeten nach der Fütterung mit fettreicher Nahrung keinen milchichten Chylus mehr. Die Chylusgefäße des Darms und des Mesenteriums enthielten eine limpide Flüssigkeit; das Fett ging unverändert in den Dickdarm über.

3. Brachte man Kaninchen Oel in den Magen und fütterte sie dann in der gewöhnlichen Weise, so fand man, wenn sie nach 3 bis 4 Stunden getödtet wurden, die Chylusgefäße nur von der Stelle an, wo der Wirsung'sche Gang in den Darm mündete, mit weißem Chylus gefüllt, oberhalb desselben aber nicht[4]).

Die Resultate meiner eigenen Beobachtungen stehen mit der Ansicht, daß die Verdauung des Fettes die einzige oder auch nur die hauptsächlichste Aufgabe des Pankreas sei, nicht im Einklang. Schon die Größe und die Entwickelung, welche diese Drüse in den verschiedenen Thierclassen wahrnehmen läßt, kann mit dieser Theorie nicht wohl vereinigt werden. Es ist nämlich, wie schon oben erwähnt wurde, das Pankreas am stärksten ausgebildet bei den Pflanzenfressern, also bei denjenigen Thieren, welche kaum Spuren von neutralem Fett mit ihrer Nahrung zu sich nehmen, deren Chylusgefäße ich niemals mit weißem Milchsaft gefüllt gefunden habe. Wozu dient hier das stark entwickelte Pankreas, wenn seine Bestimmung die Verdauung des Fettes sein sollte. Ich will hier die hauptsächlichsten über die

[1]) Compt. rend. T. XX., 1845.
[2]) Müller's Archiv, 1847.
[3]) A. a. O. S. 235.
[4]) Diese Angaben Bernard's wurden durch eine von der Pariser Akademie der Wissenschaften ernannte, Commission bestehend aus Magendie, Milne Edwards und Dumas, bestätigt. Compt. rend. T. XXVIII. 1849.

physiologische Function dieser Drüse von uns angestellten Experimente mittheilen, die Critik der Bernard'schen Ansicht wird sich dabei von selbst ergeben.

1) Künstliche Verdauungsversuche mit pankreatischem Safte [1]).

a. Stärkekleister mit demselben bei 30° C. digerirt verflüssigt sich in kurzer Zeit vollständig. Schon nach einer Viertelstunde konnten durch die Trommer'sche Probe ansehnliche Mengen Dextrin nachgewiesen werden. Parallelversuche mit Speichel sprachen für die energischere Wirkung der pankreatischen Flüssigkeit. Die vollständige Metamorphose der Stärke in Zucker war durch die letztere schon nach $1\frac{1}{2}$ Stunden beendet.

b. Geronnenes Eiweiß veränderte sich unter dem Einflusse des Bauchspeichels in keiner Weise.

c. Die Wirkung trat ebenso wenig ein, als die Flüssigkeit mit verdünnter Salzsäure versetzt wurde. Noch nach 4 Tagen erschienen die Kanten und Ecken der Eiweißwürfel vollkommen unverletzt.

d. Olivenöl, mit pankreatischem Safte geschüttelt, vertheilte sich rasch in demselben und bildete eine Emulsion. Beim Stehen schied es sich jedoch bald dem größeren Theile nach wieder aus. Vergleichende Versuche mit Blutserum, Galle und Speichel ließen nur einen geringen Unterschied zu Gunsten des pankreatischen Saftes wahrnehmen.

e. Künstlich verdautes Eiweiß, mit demselben Secret 6 Stunden digerirt, wurde durch Siedhitze stark getrübt.

Dieselbe Substanz mit Galle behandelt erhielt die Fällbarkeit durch höhere Temperatur in weit geringerem Grade. Die Trübung im ersten Falle schien nicht allein von der durch Zutritt der Säure fällbar gewordenen caseinartigen Materie des Bauchspeichels herzurühren.

f. Chymificirtes Eiweiß wurde mit Galle und pankreatischem Saft digerirt. Die Galle setzte sich in 24 Stunden größerentheils als harzige Masse ab, die darüber stehende Flüssigkeit wurde klar und erschien weingelb gefärbt. Filtrirt und zum Sieden erhitzt ließ sie eine starke flockige Trübung wahrnehmen [2]).

Chymus, von Eiweiß mit Galle allein behandelt, zeigte diese Erscheinungen in weit geringerem Grade; die Zersetzung der Galle erfolgte viel langsamer und war nach einer Woche noch nicht beendet. Die umsetzende Wirkung, welche das pankreatische Secret auf die Galle ausübt, wurde durch weitere Versuche, zu denen nur der ausgepreßte Saft des Drüsengewebes verwandt werden konnte, bestätigt gefunden. Sie ist für das Verhalten des Lebersecrets im Darmcanal, für die rasche Umwandlung desselben in unlösliche, zur Resorption nicht mehr geeignete Producte von großer Bedeutung.

Außer diesen Experimenten wurde noch eine Reihe anderer angestellt, welche den Zweck hatten, über die Betheiligung des Pankreas bei der Verdauung der fetten Körper bestimmten Aufschluß zu erhalten.

1. Bei Katzen wurde bald der Wirsung'sche Gang unterbunden, bald da-

[1]) Das Secret war vom Esel entnommen.

[2]) Man muß bei diesem Versuche darauf achten, daß die Flüssigkeit weder einen großen Ueberschuß von freier Säure noch von Alkali enthält, weil beide die Präcipitation des Albumins verhindern.

gegen das Pankreas mittelst vielfältig durchgezogener Ligaturen zerstört: den Thieren gab man sodann Milch oder fettreiches Fleisch zur Nahrung, 4 bis 6 Stunden nach der letzten Mahlzeit wurden sie getödtet. In den Fällen, wo die entzündliche Reaction nicht einen hohen Grad erreicht hatte, fanden sich die Chylusgefäße in bald größerer, bald geringerer Anzahl mit weißem Milchsaft gefüllt [1]). Die Aufnahme des Fetts in die Milchgefäße wird also durch den Abschluß des pankreatischen Saftes keineswegs vollständig unterbrochen.

2. Bei jungen Hunden und Katzen wurde der obere Theil des Dünndarms so unterbunden, daß die Mündungen des Gallen- und Wirsung'schen Ganges weit oberhalb der Ligatur lagen. Unterhalb der Ligatur wurde der Darm geöffnet und Milch mit Olivenöl injicirt. Die Darmwunde und die Bauchhöhle schloß man sorgfältig durch Suturen, 2 bis 3 Stunden nachher wurden die Thiere getödtet. Fast immer waren die Chylusgefäße mit weißem Milchsaft angefüllt; nur in zwei Fällen hatte sich starke entzündliche Injection der Darmwände eingestellt und der Chylus erschien blaß. Die Milch wurde immer in geronnenem Zustande gefunden. Die Aufnahme des Fettes erfolgte hier also ohne Mitwirkung der Galle und des pankreatischen Saftes. Im Darmcanal konnten von beiden Secreten keine Rückstände sich finden, weil die Thiere vorher immer längere Zeit gefastet hatten.

3. Um dem Einwurf zu begegnen, daß das Fett in der Milch bereits in einem für die Aufnahme in die Chylusgefäße genügend fein vertheilten Zustande vorkomme, wurde Olivenöl für sich oder vermischt mit Eiweiß injicirt. Auch hier fanden sich wiederholt weiße Chylusgefäße [2]), die Zahl derselben und ihre Anfüllung war jedoch in keinem Falle so bedeutend, als wenn Milch angewandt war.

4. Der Dünndarm von Katzen, welche eine Zeitlang gefastet hatten, wurde in der Mitte durchschnitten; in beide Hälften sodann Olivenöl injicirt und jede für sich durch eine Ligatur geschlossen. Hier fand sich constant die Injection der Chylusgefäße in der oberen Hälfte, zu welcher Galle und pankreatischer Saft freien Zutritt hatten, bei weitem vorwiegend, jedoch waren auch in der unteren Hälfte nicht selten weiße Chylusstränge deutlich.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchsreihen, daß der Uebertritt neutraler Fette in die Chylusgefäße ohne Mitwirkung der von der Leber oder dem Pankreas gelieferten Secrete möglich ist. Beide befördern indeß gemeinsam mit Darmsaft die Aufnahme derselben, indem sie die feine Vertheilung vermitteln, welche, wie die Milchinjectionen beweisen (2), die erste Bedingung ihres Eindringens in die Anfänge der Chylusgefäße darstellt.

Die physiologische Function des Pankreas gestaltet sich also, um das Endergebniß unserer Beobachtungen kurz zu resumiren, folgendermaßen:

1. Der pankreatische Saft hat zur Aufgabe, die Umwandlung der Amylacea in Zucker innerhalb des Darmcanals zu bewerkstelligen.

2. Er befördert die Zersetzung der Galle zu unlöslichen Producten, und trägt dadurch wesentlich zu einer vollständigeren Ausstoßung dieses Excretes bei.

3. Er vermittelt in Verbindung mit der Galle und dem Darmsaft die

---

[1]) Namentlich in einem Falle, bei welchem der Prof. Herbst assistirte, wurden die Chylusgefäße strotzend von milchichter Flüssigkeit gefunden.

[2]) Man muß bei der Beobachtung der Chylusgefäße behende sein, weil sie nicht selten nach Eröffnung der Bauchhöhle sich rasch entleeren.

feine Vertheilung der neutralen Fette, welche zu deren Aufnahme in die Chylusgefäße unerläßlich ist.

Der Darmsaft, Succus entericus, und sein Beitrag zur Verdauung.

Das Secret der in der Darmschleimhaut gelagerten drüsigen Organe wurde bisher keiner genaueren Untersuchung unterworfen. Das was Tiedemann und Gmelin[1]) als Darmsaft beschrieben, bestand der Hauptsache nach aus abgestoßenen Epithelien. Die ferneren Angaben derselben[2]) über den Inhalt der Gedärme nüchterner Thiere lassen uns keine Einsicht in das Secret der Darmdrüsen gewinnen, weil Galle und Bauchspeichel in Folge der eingeführten Pfefferkörner und Kieselsteine in den Darmcanal ergossen wurden. Auch die Angaben über die Reaction erscheinen nicht zuverlässig. Die freie Säure im oberen Theil des Dünndarms gehört dem in Folge der mechanischen Reizung secernirten Magensaft an; die im Blinddarm vorhandene rührt von der Milchsäuregährung her, welche hier die Kohlehydrate eingehen. Die Angaben von Viridet[3]), von Tiedemann und Gmelin[4]) und von Schultz[5]) sind daher für die Beschaffenheit des ursprünglichen Secrets dieser Darmpartie nicht maaßgebend.

Das Secret der Darmschleimhaut wird größtentheils von den schlauchförmigen Drüsen des Dünn- und Dickdarms geliefert. Die Beiträge, welche von den linsenförmigen, solitären und agminirten Capseln kommen, ist kaum in Anschlag zu bringen; das Product der Brunner'schen Drüsen beschränkt sich beim Menschen auf das Duodenum.

Was zunächst das letztere betrifft, so läßt sich aus dem Ausführungsgange dieser traubigen Organe unter dem Compressorium eine zähe glasartige mit Zellenkernen und rundlichen Zellen vermischte Masse hervortreiben, welche alkalisch reagirt und durch Salpetersäure nicht getrübt wird. Dieselbe kommt morphologisch und soweit sie untersucht werden kann, auch chemisch mit dem Secret aller übrigen Schleimdrüschen überein. Middeldorpf[6]) will in der Absonderung der Brunner'schen Trauben auch Eiweiß 2c. gefunden haben; indeß ist die Methode, durch welche dieselbe gewonnen wurde, die Auslaugung der Duodenalschleimhaut, nicht geeignet, eine richtige Idee von dem reinen Secret dieser Organe zu geben.

Die linsenförmigen Capseln (solitäre sowohl wie peyersche) enthalten, wenn sie gefüllt sind, eine zähe grauliche durch feinkörnige Molekulen und Zellenkerne (Fig. 9 b) getrübte Masse, welche alkalisch reagirt und durch Essigsäure gerinnt, im Uebrigen alle Charaktere des Schleims an sich trägt. Die Quantität der Flüssigkeit, welche von diesen Organen geliefert wird, ist im Normalzustande gering; im Schleimfieber, bei chronischem Katarrh der Darm-

---

[1]) Bd. I. S. 102 und 103.
[2]) Bd. I. S. 154 bis 162.
[3]) De prim. coct. p. 270.
[4]) Auf die Mittheilung von Tiedemann und Gmelin, auch nach der Fütterung mit Fleisch und geronnenem Eiweiß im Coecum saure Contenta gefunden zu haben, kann ich nicht das Gewicht legen, welches Valentin ihr zuschreibt. Die freie Säure rührte in jenen Fällen offenbar von früher genossenen Kohlehydraten her, welche nicht selten mehrere Tage, ja eine Woche lang im Blinddarm zurückbleiben; Tiedemann und Gmelin tödteten ihre Thiere aber schon 4 bis 8 Stunden nach der Fütterung.
[5]) De aliment. concoctione.
[6]) De glandul. Brunnianis Vratislav. 1846.

schleimhaut u. s. w., wo sie zuweilen eine enorme Entwicklung erreichen, kann sie sehr beträchtlich werden.

Die eigentlichen Absonderungsorgane des Darmsafts sind die schlauchförmigen Drüsen, welche den ganzen Tractus vom Pylorus bis zum Ausgange dicht besetzt halten und in ihrem Bau überall dieselben bleiben, nur an Größe beim Hinabsteigen gegen den Dickdarm allmählig zunehmen. Um das Secret derselben in reinem Zustande zu gewinnen, wurden bei Katzen und Hunden, welche längere Zeit gehungert hatten, einzelne 4 bis 8 Zoll lange Strecken, aus denen vorher durch vorsichtiges Streichen etwa noch vorhandene Residuen von Darmcontentis entfernt waren, unterbunden. Der Darm wurde sodann in die Bauchhöhle zurückgebracht und diese geschlossen. Nach 4 bis 6 Stunden wurden die Thiere getödtet. Es gelang auf diese Weise, nicht unbeträchtliche Mengen vollkommen reinen Darmsafts zu gewinnen. Die Eigenschaften desselben waren in den verschiedenen Parthieen des Dünn- und Dickdarms, von welchen er untersucht wurde, vollkommen gleichbleibend. Auch die quantitative Zusammensetzung blieb nahezu dieselbe. Der einzige Unterschied, welcher wahrgenommen wurde, bestand darin, daß die secernirte Menge im Dickdarm immer weit größer ausfiel als im Dünndarm, wo nur verhältnißmäßig geringe Quantitäten gesammelt werden konnten.

Der reine Darmsaft ist eine glasartig durchsichtige, farblose zähe Masse, von stark alkalischer Reaction. Als Formbestandtheile enthält sie Zellenkerne von $1/_{400}$ bis $1/_{300}'''$ im Dm. und ausgebildete Zellen, welche im Dünndarm $1/_{200}$ bis $1/_{150}'''$ messen, blaß und rundlich sind (Fig. 13 c), im Dickdarm dagegen die Größe von $1/_{100}$ bis $1/_{80}'''$ erreichen und meistens abgeplattet und granulirt erscheinen (Fig. 12 c) [1]. In Wasser läßt sich die zähe Masse nur schwierig vertheilen, sie löst sich in demselben nur zum geringeren Theile auf. Das Filtrat wird in der Siedhitze nur schwach opalisirend, durch Essigsäure entsteht eine etwas stärkere, im Ueberschuß der Säure unlösliche Trübung. Alkohol, Gerbsäure und die Metallsalze erzeugen stärkere Niederschläge. In 1000 Theilen Darmsaft aus dem Colon waren enthalten:

Wasser	950,55.
Feste Bestandtheile . . .	24,45.
Unlöslicher Schleimstoff mit Zellenkernen und Zellen	8,70.
Löslicher Schleimstoff u. extractive Materie . . .	5,40.
Fett	1,95.
Chlornatrium, phosphors. und schwefels. Alkohol nebst Erdphosphat	8,40.

Im Dünndarm betrug bei übrigens gleichem Verhalten die Menge der festen Bestandtheile 26,50 p. m.; es waren hier Cylinderepithelien von den Zotten beigemengt.

Aus dem unteren Theil des Rectums erhielt ich des Secret der Darmdrüsen von einem an heftigen Stuhlzwange leidenden Hämorrhoidarier. Dasselbe war als dickflüssige, gallertartige, vollkommen farblose und klare Masse abgegangen. Es verhielt sich gegen Reagentien ganz wie der Darm-

[1]) Man hat diese Zellen aus den Dickdarmdrüsen schon wiederholt in den Typhusstühlen beschrieben, ohne ihren Ursprung richtig angeben zu können.

saft von Katzen und Hunden. Die Quantität des festen Rückstandes betrug 22,78 p. m.

Physiologische Wirkungen des Darmsaftes.

Verdauungsversuche mit Darmsaft führten nur in Bezug auf gekochte Stärke zu einem positiven Resultate. Die Umwandlung derselben in Zucker, war unter dem Einflusse von Darmsaft in 12 Stunden ziemlich weit vorgeschritten. Bei Wiederholung der Versuche blieb indeß der Erfolg nicht immer derselbe, die Wirkung war bald stärker, bald schwächer, im Allgemeinen aber in keinem so bedeutend, wie bei der Anwendung von pankreatischem Safte oder Speichel. Wurde die Digestion längere Zeit fortgesetzt, so bildete sich Milchsäure.

Auf geronnene eiweißartige Körper äußerte weder der alkalische, noch der durch Zusatz von verdünnter Säure angesäuerte Darmsaft einen merklichen Einfluß, auch dann nicht, wenn die Digestion längere Zeit fortgesetzt wurde. Im letzteren Falle ging das alkalische Secret in putride Zersetzung über.

Olivenöl, mit Darmsaft geschüttelt, ging mit dem zähen Fluidum eine feine Vertheilung ein, aus der sich das Fett nur langsam und unvollständig wieder ausschied.

Eine energische lösende oder umsetzende, mit andern Worten verdauende Wirkung kann hiernach dem Darmsafte nicht zugeschrieben werden. Nur durch seinen Einfluß auf die fetten Körper und durch die Umwandlung des Amylums in den tieferen Regionen des Darmcanals, bis wohin der weit kräftiger wirkende pankreatische Saft nicht gelangt, kann derselbe von einiger Bedeutung werden. —

Die Darmverdauung als Ganzes.

Nachdem wir die einzelnen Factoren, welche sich bei der Darmverdauung betheiligen, kennen gelernt haben, können wir die Resultate ihres Zusammenwirkens, welche sich in den Veränderungen der als Chymus aus dem Magen in den Darmcanal übertretenden Ingesta allmählig wahrnehmbar machen, genauer verfolgen.

Sofort beim Eintritt in den Dünndarm, im Duodeno, mischen sich ansehnliche Mengen dünnflüssiger Secrete: Galle, pankreatischer Saft und die Absonderung der Brunner'schen Drüsen, dem durch Resorption flüssiger Bestandtheile bereits im Magen eingedickten Chymus bei. Der Zutritt wasserreicher Secrete ist nöthig geworden, wenn die Ueberführung gelöster Theile in das Gefäßsystem nach den Gesetzen der Diffusion noch ferner möglich bleiben soll. Die erste Wirkung, durch welche jene Secretionsproducte in die Vorgänge der Darmverdauung eingreifen, besteht also in der Verdünnung der Contenta und in der daran gebundenen Vermittlung der Resorption. Dieselbe erstreckt sich über den größeren Theil des Dünndarms, wo sie aufhört, beginnt die Eindickung, welche der spärlicher abgesonderte Darmsaft nicht aufzuhalten vermag.

Ihr Einfluß auf die chemischen Vorgänge im Darmcanal gestaltet sich verschieden, je nach der Natur der Chymusbestandtheile. Die schon im Magen aufgelösten Theile, von denen nur eine verhältnißmäßig geringe Menge den Dünndarm erreicht, gehen außer den bereits oben erwähnten keine wesent-

lichen Veränderungen mehr ein. Die ungelösten Theile des Chymus verhalten sich den Verdauungsflüssigkeiten gegenüber sehr abweichend. Was zunächst die anorganischen Bestandtheile der Ingesta betrifft, so können die Kalksalze und Metalle so lange gelöst und ins Gefäßsystem übergeführt werden, als freie Säure im Darmcanal vorhanden ist; wo diese schwindet, hat der Proceß sein Ziel erreicht. Von den organischen Nutrimenten berücksichtigen wir

1) die stickstofflosen.

A. Die Kolehydrate.

Das Amylum wird im Magen selten vollständig verdaut, der Umwandlungsproceß desselben wird im Dünndarm fortgesetzt und findet hier an dem pankreatischen Safte, sowie im geringeren Maaße am Darmsaft kräftige Erreger. Nach der Fütterung mit Stärke oder mit Brot ꝛc. ist daher in der Regel im ganzen Verlauf des Dünndarms, nicht selten auch im Dickdarm, Zucker nachweislich. Dextrin war seltner vorhanden, die weinrothe Färbung des Filtrats auf Zusatz von Jodsolution wurde unter wenigstens dreißig Fällen nur ein paar Mal wahrgenommen. Meistens geht die Metamorphose des Amylums weiter zur Milchsäurebildung. Diese letztere wird im Darmcanal durch zwei Umstände befördert: durch die alkalische Beschaffenheit der Darmsecrete und durch den in Folge der Eindickung nur langsam von Statten gehenden Aufnahme des Zuckers ins Gefäßsystem. Die Milchsäure geht ihrerseits nicht selten wieder in Buttersäure über, was ich zu wiederholten Malen, namentlich bei Hunden, beobachtete, welche mit Kartoffeln und Brot gefüttert waren. Die Contenta der unteren Hälfte des Dünndarms, besonders aber die des Coecums und Dickdarms hatten einen scharf sauren, ekelerregenden Geruch; bei der Destillation der mit Wasser angerührten Masse ging eine saure Flüssigkeit über, welche mit kohlensaurer Baryterde gesättigt ein Salz lieferte, das auf Zusatz von Phosphorsäure den intensiven Geruch der Buttersäure von sich gab. Es beginnt auf diese Weise bereits im Darmcanal die Umwandlung der Kohlehydrate in fette Körper, ein Vorgang, welcher für den Nutritionsproceß im Allgemeinen durch Liebig's Scharfsinn zuerst nachgewiesen wurde.

Die löslichen Kohlehydrate, der Rohrzucker, Milch- und Traubenzucker gelangen selten bis in den Dünndarm; sie gehen schon vom Magen aus ins Venensystem über.

Nach der Fütterung mit Milch konnte im Filtrate des Dünndarms nur zwei Mal unter 7 Fällen noch Zucker nachgewiesen werden: auch hier verschwand derselbe schon gegen das Ileum hin.

Die aus Cellulose gebildeten Formbestandtheile der Vegetabilien erleiden hier und, um es gleich zu sagen, auch im Coecum und Grimmdarm keine wesentlichen Veränderungen, sie finden sich als solche in den Excrementen wieder. Das Einzige, was mit Sicherheit erkannt werden konnte, bestand in der allmählig mehr und mehr hervortretenden Trennung der einzelnen Parenchymzellen von einander, die Intercellularsubstanz scheint demnach gelöst zu werden.

B. Die fetten Körper.

Sie bleiben, wie wir sahen, im Magen durchaus unangetastet. Erst im Dünndarm beginnt ihre Verarbeitung und wird gleichzeitig beendet. Die

Einwirkungen, denen sie im Dickdarm ausgesetzt werden, sind untergeordneter Natur, sie tragen nicht mehr dazu bei, die Aufnahme von Fett in das Gefäßsystem zu vermitteln. Die Veränderungen, welche die fetten Körper im Dünndarm erleiden, sind nicht chemischer, sondern, so weit sich der Proceß verfolgen läßt, rein mechanischer Art, sie bestehen in einer feinen Vertheilung, in welche das durch die Wärme verflüssigte Fett unter dem Einfluß der Galle, des pankreatischen Saftes und des Darmsaftes gebracht wird. Die Fetttropfen, welche im Magen noch groß und leicht mit bloßem Auge zu erkennen waren, werden im Dünndarm immer feiner, bis ein großer Theil derselben nach Art der Milchkügelchen zu Tröpfchen von $^1/_{500}$ bis $^1/_{1000}$''' vertheilt ist. Das in dieser Weise verarbeitete Fett dringt allmälig durch die Substanz der Zotten bis zu den Anfängen der Chylusgefäße vor. Die Cylinderepithelien, besonders diejenigen, welche die Spitzen der Villi bekleiden, füllen sich nach und nach mit feinen Tröpfchen, die immer tiefer eindringen, bis sie endlich die geschlossenen meistens ampullenartig erweiterten Enden der Milchgefäße erreichen. Ist auf diese Weise erst eine Brücke zwischen Darminhalt und Chylusgefäß hergestellt, so geht hier die Aufnahme rasch von Statten, die übrigen seitlichen Theile der Zottenbedeckung bleiben dann meistens unverändert, betheiligen sich nicht an dem Processe. Bei auffallendem Lichte erscheinen in diesem Zustande die Spitzen der Villi weiß, bei durchfallendem Dunkel gefärbt. Fig. 10 a. ist eine Zotte abgebildet, deren Spitze mit Chylus getränkt ist; man unterscheidet oben die einzelnen Tropfen nicht mehr, weiter nach unten sind sie noch deutlich sichtbar. Fig. 10 b. sind Cylinderepithelien von Darmzotten, welche feine Fetttröpfchen enthalten. Während der Verdauung fettreicher Nahrung, wie der Milch, sieht man in der Regel sämmtliche Zottenspitzen mehr oder minder mit Fett imbibirt; bei einigen ist nur die obere Hälfte der Epithelien gefärbt, bei anderen sind diese in ihrer ganzen Dicke durchdrungen, bei noch anderen erreicht die Masse schon den Bulbus des Chylusgefäßes, und das letztere erscheint angefüllt mit weißem Milchsaft (Fig. 11). Ein Abfallen der Epithelialdecke von der Villis und ein directes Eintauchen derselben in die Darmcontenta, welche von früheren Autoren angenommen wurde, habe ich niemals beobachtet [1]). Die Aufnahme des Fettes aus dem Darmcanal hat ihre bestimmten Grenzen, welche nicht überschritten werden. Wird ein größeres Quantum eingeführt, so geht der Ueberschuß in den Dickdarm über und wird unverändert wieder ausgeleert. Bei jungen Thieren, welche

[1]) E. H. Weber (Müller's Archiv 1847. S. 399), welcher der Hauptsache nach den eben von mir beschriebenen Vorgang in gleicher Weise beobachtet zu haben scheint, deutet die einzelnen Erscheinungen anders. Derselbe glaubt eine Veränderung der Epithelien in Gestalt und Farbe gefunden zu haben und nimmt an, daß die Villi außer dem Epithelialüberzuge noch eine zweite Lage von Zellen besitzen, welche nicht kegelförmig, cylindrisch oder prismatisch, sondern rund seien und das Merkwürdige haben, daß sich manche von ihnen mit einer undurchsichtigen weißen, manche dagegen mit einer durchsichtigen ölartigen Materie füllen, so daß also verschiedene Zellen die Fähigkeit zu besitzen scheinen, Flüssigkeiten von verschiedener Qualität aufzunehmen. — Eine Veränderung in der Form der Epithelien habe ich in keinem Falle wahrnehmen können, wohl aber häufig gesehen, daß Fetttröpfchen mit einem Theile ihrer Peripherie noch über die Oberfläche der Epithelialwand hervorragten, während der andere bereits eingedrungen war. Eine scheinbare Formveränderung ist hiervon die Folge. Die zweite Lage runder Zellen habe ich nicht beobachtet; nach Abstoßung der Epithelialdecke erschienen die Zotten immer wie sie Fig. 11 gezeichnet sind. Den Eindruck runder in der Tiefe gelagerter Zellen machen sehr oft die von oben betrachteten Cylinder, von welchen man nur die Basis übersieht (Fig. 10 a in der Mitte); von diesen sind allerdings häufig einige gefüllt (dunkel), andere leer (hell).

bloß mit Milch gefüttert waren, fand sich fast immer im Coecum und Colon noch unverdautes Fett; ebenso bei Katzen und Hunden, welche sehr fettreiches Fleisch erhalten hatten.

Boussingault (Ann. de Chim. et de Phys. Sér. XVIII., p. 444—478), welcher über die Fettverdauung bei Enten Versuche anstellte, kam zu dem Resultate, daß stündlich nicht mehr als 0,8 Grm. Fett von diesen Thieren aufgenommen wird, mochten sie mit Cacao, mit Speck oder mit Reiß und Butter gefüttert werden.

2. Die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe.

A. Die eiweißartigen Körper.

Von den im Magen gelösten eiweißartigen Verbindungen gelangen meistens nur geringe Mengen in den Dünndarm. Dieselben werden hier unter dem Einfluß der Galle und der Darmsecrete allmälig dahin verändert, daß sie die gewöhnlichen Reactionen des Eiweißes oder Käsestoffs allmälig wieder annehmen [1]). Ihre Aufnahme ins Blutgefäßsystem dauert so lange fort, als der Concentrationsgrad der Lösung es gestattet. Von diesem letzteren kann es daher abhangen, ob wir flüssiges Eiweiß mehr oder minder tief im Darmcanal finden. Es giebt Fälle, wo noch im Coecum, im Colon, ja sogar im Rectum gelöstes Eiweiß in ansehnlicher Menge nachweislich ist [2]). In diesen einfachen physikalischen Verhältnissen findet die Ueberfüllung des Gefäßsystemes mit löslichen Stoffen ein Hinderniß. Es ist durch dieselben ein Maaß der Resorption gegeben, welches nicht überschritten werden kann. Auf diese Weise erklärt es sich, weshalb Individuen, ungeachtet sie bei voller Integrität ihrer Verdauungsorgane das Vielfache ihres Bedarfs an Hämatogeneten in leicht löslicher Form zu sich nehmen, dennoch nicht die plethorischen Erscheinungen zeigen, welche man erwarten sollte, auch im Harn nicht die Quantitäten Harnstoffs ausscheiden, welche der Oxydation einer solchen Zufuhr entsprechen würde. Genauere Feststellungen der Concentration der in den verschiedenen Theilen des Darmtractus vorkommenden Lösungen sind bei kleineren Thieren nicht ausführbar, weil die schleimige viscide Masse, wenn sie nicht mit Wasser verdünnt wird, sich äußerst schwer filtriren läßt. Es liegt auf der Hand, daß die Nachweisung dieser Verhältnisse nicht ohne Interesse sein würde.

Die ungelösten eiweißartigen Körper gehen im Dünndarm keine anderen Metamorphosen mehr ein, als diejenigen, welche im Magen bereits eingeleitet wurden. So lange die Darmcontenta sauer bleiben, dauert der Auflösungsproceß, wenn auch in beschränkterem Maaße als im Magen, fort; er hört jedoch bald auf, indem die freie Säure abnimmt und von der sich niederschlagenden Galle die Eiweißpartikeln eingehüllt werden. Halbverdautes Eiweiß, welches mit Galle und pankreatischem Saft digerirt wurde, veränderte sich nicht weiter; die sich nach und nach präcipitirende Galle bildete einen harzartigen Niederschlag, in welchem nach wochenlanger Digestion das

---

1) Man darf, wie es geschehen ist, den im oberen Theil des Dünndarms constant vorkommenden Eiweißgehalt nicht ausschließlich auf Rechnung des pankreatischen Saftes setzen. Ich habe hier Eiweiß auch bei Thieren (Katzen) gefunden, deren Wirsung'scher Gang unterbunden oder deren Pankreas zerstört war.

2) Bei einem mit Milch gefütterten Ziegenlamm enthielten die Filtrate des Coecums und Dickdarms noch reichliche Quantitäten gelösten Eiweißes, auch Milchzucker war noch nachweislich. Katzen und Hunde, welche bloß mit Fleisch gefüttert waren, führten sehr oft im Rectum noch viel gelöstes Albumin.

Albumin in unverändertem Zustande eingebettet lag. In derselben Weise verhielten sich die Muskelfasern von gekochtem Fleisch.

B. Leimgebende Gewebe,

wie Sehnen, Fascien rc. findet man bei Thieren, welche mit rohem Fleisch gefüttert wurden, oft im Dünn- und Dickdarm. Sie wiederstehen, soweit sie nicht vom Magensaft gelöst wurden, den Einwirkungen der im Darmcanal thätigen Agentien mit großer Hartnäckigkeit.

Nach der Einführung von zusammengesetzten Nahrungsmitteln gestaltet sich der Inhalt der dünnen Gedärme natürlich sehr verschieden. Die eben berührten einfachen Nahrungsstoffe sind meistens sämmtlich zu gleicher Zeit vorhanden. Indessen auch bei derselben Nahrung ist der Inhalt dieses Theils des Digestionscanals keineswegs immer derselbe; er wechselt nach der Zeitperiode der Verdauung und nach der Quantität des Eingeführten. Ganz gleiche Resultate erhält man bei mehren Untersuchungen kaum jemals. Was zunächst die physikalischen Eigenschaften der Dünndarmcontenta betrifft, so nimmt ihre Consistenz und Concentration bei weiterem Fortschreiten nach unten mehr und mehr zu; die Farbe, welche oben grünlich gelb ist, wird allmälig bräunlich und in der Nähe des Blinddarms intensiv braun. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man Fetttröpfchen in mehr oder minder großer Menge, unverdaute oder zerstörte Amylumkörnchen, Pflanzenzellen, Gefäßbündel, Muskelfasern rc., außerdem constant abgestoßene Cylinderepithelien, nebst rundlichen Zellen und Kernen aus den Lieberkühn'schen Drüsen.

Die Reaction ist oben constant sauer, gegen die Mitte des Jejunums hin nimmt sie in den meisten Fällen ab und geht im Ileum in die neutrale oder alkalische über. Es bestehen indeß in dieser Hinsicht Unterschiede, welche hauptsächlich von der Beschaffenheit der Ingesta abzuhängen scheinen. Tiedemann und Gmelin [1]), welche auch diesem Punkte ihre Aufmerksamkeit schenkten, fanden die größte Menge freier Säure bei Hunden, welche sie mit Butter oder Schmalz gefüttert hatten, sodann bei denen, welchen sie Käsematten reichten, und endlich nach der Knochenfütterung. In den übrigen Fällen war am Ende des Dünndarms die freie Säure größtentheils oder gänzlich verschwunden. Nach meinen eigenen Beobachtungen zeigte sich die kleinste Menge freier Säure nach der Fütterung mit Milch; bei jungen Hunden und bei Lämmern war die Reaction schon im Anfange des Jejunums neutral: etwas größer war die Säuremenge bei ausschließlicher Fleischnahrung. Nach dem Genuß von Brot war die Säure über den ganzen Dünndarm verbreitet, aber von schwacher Intensität: am stärksten war der Säuregehalt bei Hunden, welche rohes sehniges Fleisch und Brot genossen hatten, bedeutend war er ferner bei einer mit Brot gefütterten Taube. Die freie Säure im Dünndarm hat zwei Quellen, die im oberen Theil constant vorkommende, rührt von der Magensecretion her: sie verliert sich allmählig theils, weil die flüssigen Bestandtheile des Darminhalts ins Blutgefäßsystem übergehen, theils weil sie von dem alkalischen Darmsaft und der pankreatischen Flüssigkeit neutralisirt wird. Im mittleren und unteren Theil des Dünndarms bildet sich freie Säure durch Umwandlung der Kohlehydrate in Milchsäure. Der letztere Vorgang tritt in weit höherem Grade im Coecum und Dickdarm auf.

---

1) A. a. O. S. 349.

Die löslichen Bestandtheile der Dünndarmcontenta, wie sie in die Filtrate übergehen, enthalten fast constant eiweißartige Verbindungen bald mit den Eigenschaften des Albumins, bald mit denen des Caseins[1]), nur ausnahmsweise verhalten sie sich noch wie Albuminose[2]). Die Menge des gelösten Eiweißes ist im obern Theil des Dünndarms am größten, gegen die Mitte zu nimmt sie allmälig ab und schwindet meistens in ähnlichem Maaße wie die freie Säure. Daß Fälle vorkommen, in welchen gelöste Proteinstoffe im ganzen Darmcanal nachweislich bleiben, ist schon erwähnt worden. Außer den eiweißartigen Körpern finden sich in dem Filtrate des Dünndarminhalts constant noch unbestimmte extractive Materien, welche durch Gerbsäure, Blei und andere Metallsalze fällbar sind[3]). Enthält die Nahrung Amylum, wie nach dem Genusse von Brot, Kartoffeln ꝛc., so bleibt meistens im ganzen Dünndarm Zucker nachweißlich, Dextrin fehlt indeß hierbei meistens. Auch bei der Milchfütterung ist zuweilen noch Zucker vorhanden. Fette Körper und Gallenbestandtheile, Fellin- und Cholinsäure ꝛc. nebst Cholestrin sind in dem Alkohol- und Aetherextract der getrockneten Dünndarmcontenta constant enthalten. Die Quantität des Fetts nimmt nach unten zu ab, bei fettreicher Nahrung gehen indeß noch ansehnliche Mengen desselben in die Dickdärme über, um mit den Faecalstoffen ausgestoßen zu werden.

Die anorganischen Verbindungen der Dünndarmcontenta schwanken in ähnlicher Weise wie die des Chymus. Die Menge derselben ist hier im Allgemeinen kleiner, als dort, namentlich nimmt die Quantität der Erden ab. Chlormetalle, schwefelsaure, phosphorsaure und kohlensaure Alkalien sind in der Regel nachweislich, die beiden letzten wurden von Tiedemann und Gmelin einmal beim Hunde nach der Fütterung mit Faserstoff vermißt; kohlensaures Alkali fehlt nicht selten. Der in Wasser lösliche Theil der Asche besteht aus kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, auch Eisen ist in der Regel vorhanden.

Die Blinddarmverdauung.

Man hat den Blinddarm einen zweiten Magen genannt und die in ihm vor sich gehenden Processe mit den Vorgängen der Magenverdauung verglichen. Die drüsigen Organe des Coecums sollten an die Labdrüsen erinnern und ein diesen entsprechendes Secret liefern. Schon Viridet[4]) sprach diese Ansicht aus, der in neurer Zeit Tiedemann und Gmelin, C. H. Schultz und viele Andere beitraten. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Coecalverdauung bei den Pflanzenfressern einen wichtigen Theil des gesammten Digestionsprocesses ausmache. Die enorme Entwicklung, welche das Coecum bei diesen Thieren erreicht, und die lange Zeit, welche die Ingesta hier verweilen, lassen

---

[1]) Nicht zu verwechseln mit gelöstem Schleimstoff, welcher im unteren Theile des Dünndarms und im Dickdarm zuweilen in großer Menge vorkommt.

[2]) So bei einem Hunde, welcher mit Brot gefüttert war; bei anderen enthielt nach derselben Nahrung das Filtrat gewöhnliches Albumin.

[3]) Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 358) haben im Dünndarm eine durch salzsaures Zinn fällbare und eine durch Chlor sich röthende Materie unterschieden. Die letztere ist keinenfalls immer vorhanden, sie wurde von mir sowohl bei animalischer, als auch bei vegetabilischer Kost nicht selten vermißt und nur einmal deutlich gesehen. Meistens nimmt das Filtrat auf Zusatz von Chlor eine blaugrüne Farbe an, vermöge seines Gehalts an Gallenpigment.

[4]) l. c. p. 270.

uns darüber nicht in Zweifel: allein Alles, was über die specifike Natur seiner Drüschen und deren Secret behauptet wurde, ermangelt eines genügenden Nachweises. Die Coecaldrüschen kommen sowohl bei Pflanzen- wie bei Fleischfressern in ihrem histologischen Verhalten vollständig mit den übrigen schlauchförmigen Drüsen des Dünn- und Dickdarms überein, ihr Inhalt hat weder morphologisch, noch chemisch einige Aehnlichkeit mit dem der Labdrüsen. Ihr Secret reagirt alkalisch und hat alle Eigenschaften der von den Lieberkühn'schen und Dickdarmdrüsen gelieferten Absonderung. Die alkalische Beschaffenheit bleibt auch, wenn die Darmcontenta in das Coecum eintreten und eine profusere Secretion veranlassen. Sauer wird der Inhalt des Coecums nur dadurch, daß Kohlehydrate bei ihrem längeren Verweilen in demselben sich in Milchsäure umsetzen. Indeß ist auch dies keine Eigenthümlichkeit des Blinddarms. Gar nicht selten reagirt sein Inhalt bei Hunden, welche mit amylumhaltiger Nahrung gefüttert wurden, schwach sauer oder neutral, während Colon und Rectum freie Säure in Form von Milchsäure und Buttersäure in nicht unbeträchtlicher Menge enthalten. Die Blinddarmcontenta sind, wie sämmtliche Beobachter mit Recht hervorheben, allerdings in den meisten Fällen sauer, allein nur deshalb, weil die gewöhnliche Nahrung fast immer Kohlehydrate enthält. Die saure Reaction ist auch dann noch vorhanden, wenn man die Thiere ein bis zwei Tage mit Fleisch füttert, aber nur aus dem Grunde, weil hier lange Zeit Ueberreste zurückbleiben, welche zur Umwandlung in Milchsäure geeignet sind. Bei den Carnivoren sind die Vorgänge im Blinddarm nicht wesentlich verschieden von denen im Colon und Rectum. Die Contenta bekommen hier schon eine größere Consistenz und nehmen den charakterischen Faecalgeruch an. Ihre Farbe wird dunkelbraun, die Reaction ist neutral oder alkalisch, Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak- Talkerde künden nicht selten die beginnende Ammoniakentwicklung an. Das Filtrat enthält je nach der Beschaffenheit der Ingesta noch gelöste eiweißartige Stoffe oder diese sind resorbirt, Fett und unbestimmte Extractivstoffe sind immer vorhanden. Die Gallenbestandtheile haben schon der Hauptsache nach ihre Zersetzung beendet, der Farbstoff zeigt nicht mehr die Reaction auf Salpetersäure, die Pettenkofer'sche Probe führt nicht immer zu Resultaten.

Anders verhält sich die Sache bei den Pflanzenfressern und den Thieren mit gemischter Nahrung. Hier gehen die Vegetabilien, welche lange Zeit[1]) in diesem geräumigen Darmtheil verweilen, noch wesentliche Veränderungen ein. Milchsäure entsteht aus den Kohlehydraten in ansehnlicher Menge, auch Zucker wird hier aus Amylum gebildet. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß durch die freie Milchsäure auch noch eiweißartige Stoffe aus dem Pflanzengewebe ausgezogen und ins Blut übergeführt werden, um so mehr, als dieselben, wie sie in den rohen Vegetabilien vorkommen, größtentheils bei verdünnten Säuren löslich sind[2]). Eine Beschränkung erleidet dieser Proceß durch die mehr und mehr sich präcipitirenden Gallenstoffe. Die freie Säure des Coecalinhalts löst ferner, was die Aschenanalysen beweisen, nicht unbeträchtliche Quantitäten von Kalk- und Talkerde auf, welche größerntheils als kohlensaure Erden durch die Harnwerkzeuge wieder ausgeleert werden. Tiede-

[1]) Es ist nachweislich, daß die Ingesta 4 bis 6 Tage im Blinddarm verweilen können. Ein Esel, welcher eine ganze Woche ausschließlich mit Brot gefüttert war, führte im Blinddarm noch Ueberreste von früher verzehrtem Stroh.

[2]) Tiedemann und Gmelin fanden im Filtrate des Coecalinhalts eines mit Hafer gefütterten Pferdes viele eiweißartige Körper, dasselbe beobachtete ich bei Meerschweinchen, welche Heu und Kleien gefressen hatten.

mann und Gmelin[1]) erhielten bei Pflanzenfressern aus dem Filtrate des Coecalinhalts immer eine an kohlensauren Alkalien und Erden reiche Asche.

Die functionelle Bedeutung des Wurmfortsatzes für die Verdauung ist gänzlich unbekannt. Der schleimige Ueberzug desselben reagirt beim Menschen in der Regel sauer[2]), zuweilen jedoch auch neutral oder alkalisch.

Die Dickdarmverdauung.

Der Digestionsproceß hat mit dem Eintritt der Darmcontenta in die dicken Gedärme im Wesentlichen sein Ende erreicht. Nur die vegetabilischen, insbesondere die in die Reihe der Kohlehydrate gehörigen Nutrimente setzen ihre Metamorphosen noch fort, Zucker und Milchsäure werden aus Amylum gebildet und kommen fast immer vor, wenn Brot, Kartoffeln, Hülsefrüchte &c. einen vorwiegenden Bestandtheil der Nahrung ausmachten. Indeß auch dieser Umsatz erfolgt langsam; ein großer Theil der Stärkekügelchen wird unverändert wieder ausgeleert. Daß die Milchsäure im Dickdarm nicht selten in Buttersäure übergeht, ist schon oben erwähnt worden.

Ob geronnene eiweißartige Körper im Dickdarm noch gelöst werden, ist schwer mit voller Bestimmtheit zu entscheiden. Gelöstes Eiweiß wird zuweilen in den Filtraten gefunden, seine Gegenwart beweist jedoch nicht, wie schon früher nachgewiesen worden ist, daß die Auflösung an Ort und Stelle erfolgte, um so weniger, als die Quantität desselben meistens nur gering ist. Die Versuche von Steinhäuser[3]) scheinen für eine fortdauernde Verdauung geronnener Proteinstoffe im Dickdarm zu sprechen. Schob derselbe nämlich Stückchen von hart gekochten Eiern in die Fistelöffnung des aufsteigenden Colons, an welchem eine von ihm beobachtete 41jährige Frau litt, so enthielten die Kothmassen kein geronnenes Eiweiß mehr, Eigelbstückchen gingen noch zuweilen ab. Es ist indeß hiermit nicht sicher bewiesen, daß das eingeführte Eiweiß wirklich gelöst wurde; im fein vertheilten Zustande von Gallenniederschlägen eingehüllt konnte es leicht übersehen werden.

Außer dem gelösten Eiweiß fand ich einige Male eine durch Siedhitze, sowie durch Essigsäure fällbare, aber im Ueberschuß der Säure unlösliche Materie. Dieselbe war in Kalilauge löslich, unterschied sich aber von den Proteinstoffen dadurch, daß sie mit Salzsäure und Essigsäure aus der alkalischen Lösung gefällt, in überschüssiger Säure vollkommen unlöslich war. Von den Bestandtheilen der Galle sind im Filtrate der Dickdarmcontenta nur geringe Ueberreste vorhanden. Der Farbstoff fehlt fast gänzlich, die Filtrate sind von blaßgelber Farbe und werden durch Salpetersäure nicht verändert. Nur bei Pflanzennahrung ist die Farbe braun, sie wird hier, wie es bei allen Pflanzenextracten der Fall ist, an der Luft immer dunkler und erscheint zuletzt braunschwarz. Von den Gallensäuren finden sich in dem wässerigen Auszuge nur noch kleine Ueberreste, bei weitem der größte Theil ist in den unlöslichen Zustand übergegangen, hat sich in Choloidinsäure und Dyslysin verwandelt. Das hierbei gebildete Taurin ist im Wasserextracte nachweislich.

Was endlich noch die Salze betrifft, welche in den Filtraten der Dickdarmcontenta vorkommen, so wechselt die Zusammensetzung derselben in ho-

---

[1]) A. a. O. I. S. 373.

[2]) Vergl. J. H. Ranninga Dissert. de fabrica et functione proc. vermiform. intestini coeci. Groning. 1840.

[3]) C. D. Steinhäuser. Experim. nonnulla de sensibilitate et funct. intest. crassi. Lips. 1841. p. 18.

hem Grade theils nach der Beschaffenheit der Ingesta, theils aber auch bei derselben Nahrung. Im letzteren Falle scheint die Quantität des Eingeführten und die mehr oder minder vollständige Verarbeitung von Einfluß zu sein. Nicht zwei Analysen stimmten überein. Die Quantität der Asche schwankte von 16,9 bis 6,5 Proc. des eingetrockneten Filtrats [1]). Die großen Zahlen wurden dann gefunden, wenn die Dickdarmcontenta in Folge von Milch- und Buttersäurebildung sauer reagirten: sie hatten ihren Grund hauptsächlich in den durch die freie Säure gelösten Kalk- und Talkerdensalzen, deren Menge bei neutraler Beschaffenheit der Contenta immer viel geringer ausfiel. Die Quantität der in Wasser löslichen Salze zeigte weit geringere Differenzen, sie schwankte zwischen 3,56 und 2,94 Proc. Die letzteren bestanden aus Chlormetallen, phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien; kohlensaure Salze waren nicht immer vorhanden [2]). Der in Wasser unlösliche Theil der Asche enthielt phosphorsaure und kohlensaure Erden, Eisen war meistens vorhanden, zuweilen auch Spuren von schwefelsaurer Kalkerde.

Mit den eben beschriebenen Dickdarmcontentis kommen im Wesentlichen die Faecalausleerungen überein. Ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften gestalten sich sehr verschieden. Sie reagiren bald und zwar meistens schwach sauer, bald dagegen alkalisch, bald endlich verhalten sie sich neutral. Die freie Säure in den Excrementen rührt von der Milchsäure, oft auch von der Buttersäure her, deren Bildung, so lange metamorphosirbare Kohlehydrate vorhanden sind, im Colon und Rectum fortdauert und bei vegetabilischer Nahrung in der Regel reichlich genug ist, um das stark alkalische Secret der Dickdarmschleimhaut zu übersättigen. Bei amylumreicher Pflanzenkost sind daher die Faeces meistens von saurer Reaction. Sie werden neutral gefunden, wenn die gebildete Säure zur Sättigung des alkalischen Darmsafts genügend ist, alkalisch dagegen, wo die Materialien für die Milch- und Buttersäuregährung fehlen oder wo abnorme Umsetzungsprocesse verbunden mit Ammoniakentwicklung sich einstellen. Die Consistenz und der Wassergehalt der Faecalstoffe hängt hauptsächlich von der profuseren oder spärlicheren Secretion der Schleimhäute und der mehr oder minder lebhaften Muskelthätigkeit des Intestinalschlauchs ab. Der Wassergehalt der Ingesta ist dafür in keiner Weise maaßgebend, weil der Einfluß desselben durch die schon im Magen sich geltend machenden Diffusionserscheinungen paralysirt wird. Die Beschaffenheit der Ingesta wird nur dadurch bestimmend für die Consistenz der Faeces, als ihre Bestandtheile, wie der Gehalt an Salzen mit alkalischer Basis ꝛc., bethätigend auf die Darmsecretion einwirken. Der eigenthümliche Geruch der Faecalstoffe rührt, wie Valentin mit Recht bemerkt, nicht so sehr von der Zersetzung der Speisereste, als von beigemengten Gallenstoffen her. Es spricht hierfür schon der Umstand, daß verschiedenartige Thiere, wie Hunde und Katzen, auch wenn sie ganz dieselbe Nahrung erhalten, doch verschiedenartig riechende Faeces liefern. Vergleicht man den Geruch faulender Nahrungsmittel mit dem zersetzter Galle, so findet man leicht, daß der Faecalgeruch weniger den ersten, als den letzteren zugeschrieben werden muß.

Die Faecalmaterien bestehen der Hauptsache nach aus ungelösten und un-

---

[1]) Die Angabe von Tiedemann und Gmelin, nach welcher die anorganischen Stoffe in den gelösten Theilen des Intestinaltractus von Magen an nach unten hin immer mehr das Uebergewicht erhalten, wird also nicht bestätigt.

[2]) Tiedemann und Gmelin (a. a. O. I. S. 379) untersuchten nur die Asche der Darmcontenta von Pferden und Schafen; sie fanden hier natürlich der Nahrung entsprechend immer größere Quantitäten Alkalien und Erden.

löslichen Theilen der Ingesta, sowie aus Niederschlägen von umgesetzter Galle, außerdem enthalten sie Schleim und die Residuen der aufgelösten Stoffe, deren Resorption nicht beendet wurde. Eine genauere Berücksichtigung der ungelöst bleibenden Bestandtheile von Nutrimenten hat für die Lehre von der Ernährung ein keineswegs untergeordnetes Interesse, insofern durch sie am sichersten festgestellt wird, was einer Verwendung für den thierischen Haushalt fähig ist und was nicht. Die auf rein chemischer Grundlage basirten Nutritionsscalen erleiden hierdurch eine wesentliche Correctur.

Von den animalischen Nahrungsstoffen findet man unter den Contentis des Rectums am gewöhnlichsten folgende Bestandtheile: Muskelprimitivbündel, Fascien, Sehnen, Fettzellgewebe und Knochenpartikeln. Die Muskelfasern kommen beim Fleischgenuß fast constant vor; sie erscheinen in Form länglicher oder viereckiger Platten, welche noch deutliche Querstreifen tragen und durch Gallenpigment gelb tingirt sind. Ihre Menge ist oft sehr ansehnlich. Das Fleisch wird also wohl niemals vollständig verdaut, der größere Theil seiner Fasern tritt unbenutzt wieder aus. Sein Nutritionswerth ist daher weit geringer, als der Gehalt an Hämatogeneten verspricht. Fascien, Sehnen und Fettzellgewebe kommen zwar weniger constant vor, werden jedoch ebenfalls häufig gesehen. Viel zahlreicher und mannigfaltiger sind die Ueberreste der vegetabilischen Alimente. Fast alle aus Cellulose bestehenden Formgebilde werden unverändert wieder ausgeschieden, nur die ganz jungen Zellen machen davon eine Ausnahme; meistens sind die einzelnen Parenchymzellen von einander getrennt, nicht selten sieht man auch noch größere Conglomerate. Die Zellen selbst sind bald ihres Inhalts beraubt, bald dagegen führen sie denselben noch mit sich; Chlorophyll und Stärkekügelchen, letztere besonders in den Residuen von Kartoffeln, sind unter dem Mikroskop noch leicht zu erkennen. Außer den Zellen mit oder ohne Contenta finden sich die verschiedenartigen Gefäßbündel, sowie die Epidermisdecke der Pflanzentheile vollständig erhalten[1]). Grüne roh genossene Vegetabilien erscheinen zuweilen noch ganz unverändert wieder. Unter pathologischen Verhältnissen vermehrt sich die Quantität der unverdaut wieder zu Tage tretenden Stoffe in hohem Grade; es erscheinen jetzt nicht selten Substanzen, welche von den normalen Digestionskräften leicht überwunden werden. In Typhusstühlen sah ich Bruchstücke von geronnenem Eiweiß ꝛc. zu wiederholten Malen. Der Complex verschiedenartiger Krankheitsprocesse, welche die älteren Pathologen unter dem Namen der Lienterie zusammenfaßten, giebt dazu weitere Belege[2]).

---

[1]) Vergl. hierüber die am Menschen angestellten Beobachtungen von J. Rawitz. De vi alimentorum nutritia. Disq. phys. experim. Vratislav 1846, deren Resultate mit meinen Erfahrungen an Thieren übereinstimmend sind.

[2]) Der Abgang unverdauter Ingesta hat noch ein weiteres diagnostisches Interesse. Von hypochondrischen Kranken, welche sorgfältig ihre Ausleerungen überwachen, werden nicht selten Dinge zur Untersuchung vorgelegt, die sie mit dem Stuhl entleerten, und in der Regel für sichere Zeichen eines tiefen Unterleibsleidens ansehen. Ich habe eine große Anzahl derselben untersucht und andere wohlverwahrt in Museen aufgestellt gesehen. Bei weitem die meisten bestanden aus unverdautem Fleisch, namentlich aus mit Fascien durchwebten Muskelparthien, andere aus Fettzellgewebe oder aus bloßen Fascien und Sehnen. Eine zweite Reihe ist vegetabilischen Ursprungs, sie bestehen aus Stückchen von Kartoffeln, Aepfeln ꝛc. Einem Theologen hatte ein Salatblatt große Sorgen bereitet. Eine Verwechslung solcher Abgänge ist bei einiger Kenntniß des mikroskopischen Verhaltens derselben nicht leicht möglich; mit bloßem Auge gelingt es nicht immer sie zu erkennen, die graue Farbe verleiht ihnen einige Aehnlichkeit mit plastischen Ausschwitzungen, wie sie bei umschriebenen entzündlichen Processen der Darmschleimhaut bisweilen entleert werden.

Viel Aufsehen haben unter den Aerzten die Fettabgänge gemacht, welche bei verschiedenartigen Krankheiten der Unterleibsorgane nicht ganz selten beobachtet wurden. Schon Home sah bei einem atrophischen Kinde alle vierzehn Tage einige Unzen flüssigen Fetts abgehen. Bright[1]) machte wiederholt ähnliche Wahrnehmungen bei Krankheiten des Pankreas, welche mit Icterus complicirt waren. Die fettähnlichen Massen wurden hier theils für sich, theils gleichzeitig mit andern Substanzen entleert; im letzteren Falle setzten sie sich auf der Oberfläche ab und bildeten hier bald eine dicke Kruste am Rande des Gefäßes, bald schwammen sie in Form erkalteter Talgkügelchen frei umher. Die Masse bestand nach Bostock's Untersuchung aus Adipocire[2]). Bright hielt für die Ursache dieser Entleerung eine Entartung des Kopfes des Pankreas, verbunden mit Verschwärung des Duodenums. Elliotson wies dagegen nach, daß dieser Zustand keineswegs constant zu Grunde liege, und Lloyd[3]) machte darauf aufmerksam, daß Icterus das einzige allen Bright'schen Beobachtungen gemeinsame Symptom sei. Man hat außerdem alternirenden Abgang von Galle und Fett gesehen. In neuester Zeit hat Bernard, seiner Ansicht von der Function des Pankreas getreu, die Entleerung unverdauten Fetts für ein Symptom reinen Pankreasleidens genommen, und umgekehrt diese Erscheinung als Stütze für seine Theorie benutzt. Ich kann den Fettentleerungen diese Bedeutung, sowie überhaupt einen großen diagnostischen Werth, nicht beilegen. Zunächst ist zu berücksichtigen, daß, wie schon Boussingault nachwies, die Aufnahme fetter Körper in's Gefäßsystem immer eine sehr beschränkte ist, daß also bei reichlichem Genuß desselben constant ein Theil unverändert wieder ausgeschieden wird. Ein Zeichen gestörter Aufnahme ist die Entleerung also nur dann, wenn auch mäßige Quantitäten Fetts unversehrt wieder zu Tage treten. Die Ursache kann in diesem Falle eine sehr verschiedene sein. Leber, Pankreas und Darmdrüsen betheiligen sich sämmtlich bei der Fettverdauung, Abnormitäten in dem einen oder dem andern dieser Organe verbinden sich daher mit ungewöhnlicher Ausscheidung von Fett, am stärksten tritt natürlich das Symptom dann auf, wenn, wie es in den Bright'schen Beobachtungen der Fall war, Leber und Pankreas beide in ihrer Function beeinträchtigt sind. Endlich kann noch gestörte Bewegung in den Chylusgefäßen durch scrophulöse oder carcinomatöse Ablagerungen in den Mesaraischen Drüsen der Aufnahme des Fetts im Wege stehen und jene Abgänge bedingen, wie es bei Home's Kranken wahrscheinlich der Fall war.

Von den durch die Verdauung gelösten Bestandtheilen der Ingesta, deren Resorption nicht beendet wurde, kommt in den Faecalstoffen sehr oft Zucker vor (bei Brot- oder Kartoffelnahrung fast immer); ferner Eiweiß, welches auch von Berzelius gefunden wurde und endlich ein Rest der leicht löslichen Salze[4]).

---

[1]) Medico-chirurg. Transact. Vol. XVIII.

[2]) Die butterartige Substanz, welche ohne alle Beimengung von einer in den 50ger Jahren stehenden Frau entleert und mir zur Untersuchung mitgetheilt war, bestand aus Elain und Margarin. Eine bestimmte Diagnose konnte aus dem Heer von Symptomen, welche diese Kranke dargeboten haben soll, nicht resumirt werden. Die Obduction war nicht gestattet.

[3]) Med. chir. Transact. Vol. XVIII.

[4]) Die Asche des Wasserextracts betrug bei der Untersuchung von Berzelius 4 Proc. des festen Rückstands. Sie bestand aus 26 Proc. Kochsalz, ebensoviel phosphorsaurem Kalk, 22 Proc. kohlensaurem Natron, 13 Proc. schwefelsaurem Natron und 13 Proc. phosphorsaurer Talkerde. — Enderlin fand in der Asche der Excremente im Ganzen 30,87 Proc. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, 7,94 Proc. Kieselsäure, 4,53 Proc.

Einen递Haupttheil der Excremente machen immer die Gallenbestandtheile aus. Von ihnen findet sich vollkommen unverändert nur das Cholesterin wieder; alle übrigen im Lebersecret enthaltenen Substanzen haben Veränderungen erlitten. Der Gallenfarbstoff zeigt nicht mehr das charakterische Verhalten gegen Salpetersäure und Salzsäure, er hat die Eigenschaften angenommen, welche er meistens in älteren Gallensteinen darbietet. Die Cholsäure und Choleinsäure sind größtentheils in Choloidinsäure und Dyslysin umgesetzt, Taurin ist frei geworden und läßt sich im Wasserextract nachweisen[1]); Glycocoll dagegen wurde vergebens gesucht. Geringere Reste unveränderter Cholsäure bleiben indeß meistens noch übrig. In einem Falle gelang es uns, eine ansehnliche Menge sternförmig gruppirter Krystalle derselben zu gewinnen[2])

Bei Diarrhoen, wo die Darmcontenta ihren Weg rascher zurücklegen, schreitet die Metamorphose der Galle weniger weit vor. Hier zeigt der Gallenfarbstoff noch sein charakteristisches Verhalten und ein größerer Theil der Cholsäure tritt unverändert zu Tage.

Ueber die relativen Mengenverhältnisse der Gallenbestandtheile in den Faecalstoffen läßt sich bei dem veränderlichen Gehalt der Ingesta an unverdaulichen Bestandtheilen und dem schwankenden Wasserreichthum der Ausleerungen nichts Allgemeingültiges feststellen. Berzelius[3]) dem wir die erste ausführliche Analyse der Excremente verdanken, fand 0,9 Proc. unveränderter Galle und 0,14 Proc. Gallen- und Schleimniederschläge. Im Ganzen bestanden dieselben aus:

Wasser			75,3
In Wasser lösliche Theile	Galle	0,9	5,7
	Eiweiß	0,9	
	Extractivstoffe	5,7	
	Salze	1,2	
Extrahirter und unlöslicher Rückstand von den Speisen			7,0
Im Darmcanal hinzugekommene unlösliche Stoffe, Schleim, Gallenharz, Fett, eigene thierische Materien			14,0
			102,0

Es versteht sich, daß diese procentischen Werthe nur für den einzelnen Fall gelten und auch ganz anders ausfallen können.

Die Stuhlentleerungen erleiden bei allen Krankheiten der Darmschleimhaut wesentliche Veränderungen; am stärksten ausgesprochen sind dieselben bei Cholera, Abdominaltyphus und Dysenterie. Es treten hier wegen mangelnder Zufuhr die eigentlichen Faecalstoffe mehr und mehr zurück, die Auslee-

---

schwefelsaurer Kalkerde, 2,63 Proc. zweibasisch phosphorsaures Natron, 2,09 Proc. phosphorsaures Eisenoxyd und 1,37 Proc. Kochsalz und schwefelsaures Alkali.

[1]) Kleine sechsseitige und vierseitige Säulchen konnten mit Hülfe des Mikroskops immer aufgefunden werden. Ihr Verhalten war das des Taurins. Die Quantität erschien jedoch klein; eine braun gefärbte extractartige Materie ließ sich nicht vollständig von ihnen trennen.

[2]) Die Untersuchung wurde auf meine Veranlassung von Hr. St. L. Schrader ausgeführt. Das auf Zusatz von Bleizucker im Wasserextract gebildete Präcipitat wurde in Alkohol gelöst, mit Schwefelwasserstoff zersetzt und filtrirt. Das Filtrat füllte sich nach einiger Zeit mit sternförmigen Gruppen von zarten seidenglänzenden Cholsäurekrystallen. Beim Umkrystallisiren behufs einer Elementaranalyse verwandelten sie sich leider in Paracholsäure. Die Pettenkofer'sche Probe wurde gemacht.

[3]) Lehrbuch der Chemie. Bd. IX. S. 341.

rungen bestehen der Hauptsache nach aus den Secreten der Schleimhäute. Diese letzteren verhalten sich verschieden, je nachdem die zu Grunde liegende Affection der Intestinalauskleidung ein einfach katarrhalischer oder ein exsudativer Proceß ist. In dem ersten Falle werden hauptsächlich schleimige, dem normalen Darmsecret nahekommende Massen ausgeleert (so bei einfacher katarrhalischer oder rheumatischer Diarrhoee, bei gelinderen Formen des Abdominaltyphus[1]) und Cholera); in letzteren dagegen eiweißreiche und nicht selten auch faserstoffhaltige (so bei der Dysenterie, bei schwereren Formen des Typhus und Cholera). Blut kann während des Congestivstadiums oder bei Verschwärungen in größerer oder geringerer Menge hinzutreten. Die Gallensecretion verhält sich in diesen Zuständen verschieden, meistens nimmt sie ab, besonders bei der Cholera, weniger beim Typhus. Die Ausleerungen reagiren fast immer alkalisch, nur zu Anfang, wo noch Kohlehydrate von den Ingestis vorhanden sind, zuweilen schwach sauer. Putride Zersetzungen, Entwicklung von kohlensaurem Ammoniak beobachtet man häufig bei Typhus, vor allen bei manchen Formen der Dysenterie, wo die verwesenden Pseudomembranen und Blutergüsse nicht selten einen aashaften Geruch verbreiten.

Unter den Formbestandtheilen krankhafter Sedes findet man Cylinderepithelien, welche bei der Cholera in enormer Menge vorkommen, sodann Zellenkerne und runde blasse nebst länglichen granulirten Zellen aus den Lieberkühn'schen und Dickdarmdrüsen, ferner amorphe Schleimmassen, fibrinöse Exsudate mit und ohne Eiterkörperchen. Krystalle von Tripelphosphaten sind die constanten Begleiter der Ammoniakentwicklung Mit Umsicht lassen sich die beschriebenen Verhältnisse sehr wohl für die Diagnostik nutzbar machen, jedoch darf man hierin nicht zuweit gehen; die Merkmale, welche man gewöhnlich als charakteristisch für Typhusstühle betrachtet, sieht man mitunter auch bei einfachen Diarrhoeen u. s. w.

Von der Gasentwicklung im Digestionscanal.

Die elastisch flüssigen Substanzen, welche meistens nur spärlich, unter krankhaften Verhältnissen aber nicht selten zu enormen Quantitäten im Digestionscanal gefunden werden, sind weder ihrer Zusammensetzung nach, noch in Bezug auf ihre Entstehung, genügend gekannt. Wir besitzen nur wenige Analysen der im Darmcanal vorkommenden Gase und auch von diesen wurde nur ein Theil unter Verhältnissen angestellt, welche die Erlangung zuverlässiger Resultate gestatten. Zu Erfolg versprechenden Untersuchungen können nämlich nur ganz frische Leichen, wie sie bei Hinrichtungen vorkommen, verwandt werden, ältere, die von Individuen, welche eines natürlichen Todes starben, herrühren, sind ungeeignet, weil die Menge und Beschaffenheit der während des Lebens gebildeten Gase theils durch Austausch nach den Gesetzen der Diffusion, theils durch Neubildung in Folge der beginnenden putriden Zersetzung verändert wird. An frischen Leichen arbeiteten nur Chevreul und Magendie[2]); ihre Ergebnisse sind daher allein zuverlässig. Chevillot's[3]) Analysen rühren von älteren Leichen her und können nur mit Vorsicht berücksichtigt werden.

---

1) Eiweiß fehlt nach meinen Erfahrungen in Typhusstühlen gar nicht selten.
2) Berzelius Chemie. Bd. IX. S. 338.
3) Gaz. méd. de Paris 1833. Sep. Nr. 63.

Die dürftigen Kenntnisse, welche wir von der Zusammensetzung der Gasansammlungen im Darmtractus besitzen, macht die Erklärung ihrer Genese im hohen Grade schwierig, weil uns die zuverlässigste Controle für unsere theoretischen Ansichten abgeht. Im Allgemeinen liegen hier drei Möglichkeiten vor, von denen jede einzelne genauer erwogen werden muß.

1. Die Gase dringen von außen ein, sie bestehen anfangs aus atmosphärischer Luft, erleiden aber später allmählig diejenigen Veränderungen, welche die Atmosphäre im Innern des Organismus einzugehen pflegt. Ein solches Eindringen ist im größeren Maßstabe nur für den oberen Theil des Verdauungscanals möglich; findet aber hier, wie wir bei den Gasansammlungen im Magen sehen werden, allerdings sehr häufig Statt.

2. Die Gase sind die Producte von Umsetzungsprocessen der Ingesta.

Die bei normaler Digestion vor sich gehenden Umsetzungen sind größtentheils nicht von Gasentwicklung begleitet. Die Auflösung der eiweißartigen Körper, die Metamorphose von Stärke in Dextrin und Zucker, sowie allenfalls in Milchsäure, die Auflösung der anorganischen Nutrimente, die Verarbeitung der Fette; bei keinem dieser Vorgänge werden Gase frei. Nur die weitere Umwandlung, welche die gebildete Milchsäure im Dünn- und Dickdarm zuweilen eingeht, ihre Metamorphose zu Buttersäure, ist verbunden mit der Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff.

$$\left.\begin{array}{lcl} \text{2 At. Milchsäure} & = & C_{12}\,H_{10}\,O_{10} \\ \text{2 At. Wasser} & = & \phantom{C_{12}}\,H_{2}\,O_{2} \\ \hline & & C_{12}\,H_{12}\,O_{12} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll} \text{1 At. Buttersäurehydrat} & C_8\,H_8\,O_4 \\ \text{4 At. Kohlensäure} & C_4\,\,O_8 \\ \text{4 At. Wasserstoff} & \,H_4 \\ \hline & C_{12}\,H_{12}\,O_{12} \end{array}\right.$$

Eine fernere, jedoch sehr unbedeutende Quelle von Gasentwicklung be normaler Digestion ist die Zersetzung des kohlensauren Alkalis der Galle durch den sauren Chymus im Zwölffingerdarm. Im Colon und Rectum können endlich noch die stickstoff- und schwefelhaltigen Nutrimente unter normalen Verhältnissen Umsetzungen erleiden, welche die Bildung gasförmiger Producte zur Folge haben, namentlich dann, wenn wegen spärlich eingeführter Kohlehydrate und deshalb mangelnder Milchsäurebildung die Contenta schon hoch oben im Intestinaltractus alkalisch werden.

Ganz anders gestaltet sich die Sache bei krankhafter Verdauung. Die abnormen Umsetzungsprocesse, welche hier Platz greifen, sind fast sämmtlich von mehr oder minder starker Gasentwicklung begleitet. Die Natur der gebildeten Gase ist nach der Zusammensetzung der Substanzen, welche sie liefern und nach der Art der Umsetzung sehr wechselnd. Von den verschiedenartigen Abnormitäten der Amylumverdauung, welche wir oben kennen lernten, veranlaßt die eine, welche mit der Bildung von Buttersäure endet, Freiwerden von Wasserstoff und Kohlensäure, die andere dagegen, welche von enormen Quantitäten der Torula cerevisiae begleitet als Endproduct Essigsäure liefert, giebt zur Entwicklung reiner Kohlensäure Veranlassung. Die spontanen Zersetzungen eiweißartiger Körper und verwandter Stoffe, welche bei gestörter Secretion des Magensaftes, insbesondere bei alkalischer Beschaffenheit desselben fast immer vorkommen, haben die Bildung übelriechender Gase zur Folge, unter welchen der Schwefelwasserstoff selten fehlt. Die Gasentwicklung beginnt in solchen Fällen im Magen und setzt sich durch den ganzen Darmcanal hindurch fort.

3. Die Gase werden secernirt. Die älteren Aerzte nahmen sehr häufig zu dieser Erklärung ihre Zuflucht, waren jedoch außer Stande, sichere Nachweise für die Existenz einer solchen Secretion zu liefern. J. P. Frank und Lobstein erklärten fast sämmtliche im Darmcanal vorkommende Gasentwicklungen auf diese Weise. Wir kennen im gesunden Organismus keine Secretion elastisch flüssiger Körper. Die Ausscheidungen derselben, die durch Lunge und Haut vermittelt werden, haben nichts mit der Secretion gemein, sondern stellen einen Austausch von Gasen dar, welcher im Wesentlichen nach den rein physikalischen Gesetzen der Diffusion vor sich geht. Die Annahmen einer wahren Gassecretion in pathologischen Zuständen ist daher jedenfalls etwas sehr Gewagtes, um so mehr, als die Belege, welche sich dafür beibringen lassen, spärlich und zum Theil von sehr zweifelhaftem Werthe sind. Sie bestehen in folgenden Beobachtungen. Francis Smith [1]) behandelte einen Kranken, welcher ungeheure Quantitäten Gas aus dem Magen, gelegentlich auch aus der Harnblase entleerte. Im Bade bedeckte sich seine Haut in ihrer ganzen Ausdehnung mit Gasblasen von Stecknadelknopfgröße, welche, wenn sie entfernt wurden, allmälig wieder erschienen. Diese Erfahrung Smith's steht leider gänzlich isolirt da. Dunkler und daher wenig beweisend sind die Erscheinungen, welche Magendie und Girardin [2]) an doppelt unterbundenen Darmschlingen von lebenden Hunden wahrnahmen. Sie fanden dieselben nach einiger Zeit fast immer mit Luft gefüllt, die beim Einschneiden zischend herausfuhr. Bei unseren Untersuchungen über Darmsaft machten wir wiederholt ähnliche Erfahrungen, namentlich fanden wir die durch sorgfältiges Streichen vorher gereinigten Schlingen des Dünndarms, welche durch ihre starke Ausdehnung größere Quantiäten Darmsaft versprachen, sehr oft bloß mit Gas gefüllt, von dem erwarteten Secrete aber nur geringe Spuren. Aus zersetzten Darmcontentis konnte das Gas sich nicht entwickelt haben, weil diese vollständig entfernt waren; ebensowenig darf man die Erweiterung als Folge einer Paralyse der Muskelhaut betrachten, wogegen schon die pralle und feste Beschaffenheit der ausgedehnten Parthieen spricht. Auch durch eine Aufnahme der Gase von Außen läßt sich die Erscheinung nicht erklären. Wir kennen endlich noch eine dritte Art von Gasansammlungen, die ebenfalls ihrem Ursprunge nach völlig unklar sind. Man beobachtet nämlich am Darmcanal der Schweine ziemlich häufig erbsen- bis haselnußgroße Blasen, welche mit Luft angefüllt sind. Ihre Wandungen bestehen aus der serösen Haut des Darms, mit der Darmhöhle stehen sie in keiner Communication.

Daß ähnliche dunkle Vorgänge, wie die beschriebenen, bei der Entstehung von Gasanhäufungen im Darmcanal thätig seien, läßt sich mit Bestimmtheit weder beweisen, noch abläugnen; eine Secretion kann der Proceß jedenfalls nur im uneigentlichen Sinne des Wortes genannt werden. Die Abhängigkeit der Darmgasbildung vom Nervensystem, welche die meisten Autoren als Beweis für die Secretion ansehen, hat nicht viel zu bedeuten. Das Nervensystem regulirt zunächst die Absonderung der Verdauungssäfte ihrer Quantität, zum Theil auch ihrer Qualität nach (vergl. Magensaft); es bestimmt damit auch die Art der Umsetzung, welche die Ingesta im Digestionscanale erleiden, ob dieselbe mit Entbindung gasförmiger Producte verbunden ist oder nicht [3]).

---

[1]) Dubl. med. Journ. 1841. January.

[2]) Recherch. physiolog. sur les Gas intestin. Paris 1824. p. 24.

[3]) Die Untersuchungen von Magendie und Chevreul sind aus diesem Grunde

Wir wenden uns mit diesen Vorkenntnissen an die in den einzelnen Theilen der Digestionswerkzeuge vorkommenden Gasansammlungen.

I. Gase im menschlichen Magen.

Sie zeigen folgende Zusammensetzung.

	Volumprocente				
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Wasserstoff.	Beobachter.
Magengas eines Hingerichteten	14,00	11,00	71,45	3,56	Magendie und Chevreul.
Magengas einer älteren Leiche .	25,2 bis 27,8	8,0 bis 13,0	66,8 bis 59,2	Spuren	Chevillot.
Atmosphärische Luft	0,05	20,78	79,17		

Die meisten Gasansammlungen, welche im Magen vorkommen, rühren von verschluckter atmosphärischer Luft her. Schon bei den Anstrengungen, welche dem Erbrechen vorausgehen, tritt, wie Budge nachwies, Luft durch die Speiseröhre in den Magen. Diese Thatsache kann nicht in Abrede gestellt werden, wenn man auch die Erklärung des Zustandekommens derselben durch active Expansion der Magenwände als eine verfehlte ansehen muß. Am häufigsten sieht man das Verschlucken von Luft bei hypochondrischen und hysterischen Individuen, welche in der Ausführung dieses Manövers zu ihrer eigenen Qual eine große Uebung zu besitzen pflegen. Ich habe einen Hypochonder gekannt, welcher im nüchternen Zustande während weniger Augenblicke seinen Magen mit Luft füllte, dieselbe auf geräuschvolle Weise wieder von sich gab, um dieselbe Arbeit von neuem zu beginnen. Während ihres Aufenthalts im Magen tauscht die atmosphärische Luft, wie überall, wo sie mit leicht veränderlichen organischen Stoffen in Berührung kommt, bald einen Theil ihres Sauerstoffs gegen Kohlensäure aus. Andere Portionen dieses Gases entwickeln sich aus den Ingestis; die Quantität der Kohlensäure ist oft größer, als dem Sauerstoffverluste entspricht (s. die Analyse von Magendie und Chevreul) [1].

Bei Dyspepsien geben die abnormen Umsetzungsprocesse zu reichlicher Gasentwicklung Veranlassung. Bei der Buttersäuregährung liefern die Kohlehydrate Wasserstoff und Kohlensäure; der Essiggährung geht die Entbindung reiner Kohlensäure voraus.

Tiefere Störungen der Magensaftsecretion, insbesondere die Alkalescenz derselben, vermitteln immer ungewöhnliche Metamorphosen der eiweißartigen Stoffe und der von diesen abgeleiteten Verbindungen. Es entwickeln sich stinkende, nach Schwefelwasserstoff riechende Gase. Ich fand

---

nicht ganz als dem Normalzustande entsprechend zu betrachten. Es ist schwer anzunehmen, daß Jemand wenig Stunden vor der Hinrichtung ruhig verdaut. Blondlot meint mit Recht: »on aurait des vapeurs à moins.«

[1]) Große Menge von Kohlensäure werden besonders dann aus den Ingestis frei, wenn dieselbe in Gährung begriffen sind, so nach Genuß von jungem Wein, schlecht gegohrenem Bier 2c.

im Vormagen von Schafen, sodann im Magen von Pferden und Eseln, wenn deren Inhalt sehr schwach sauer oder alkalisch war, wiederholt ansehnliche Mengen solcher Gase; bei Fleischfressern (Katzen und Hunden) wurde dieser Zustand nur zwei Mal beobachtet.

Blähungen im Magen können sich unter Umständen also fast aus allen Nahrungsstoffen entwickeln. Die erste Form, welche auf Eindringen der Luft von außen beruht, steht zu der Nahrung überall in keiner Beziehung; bei der zweiten und dritten nehmen die Gase ihren Ursprung aus Kohlehydraten, bei der vierten dagegen aus stickstoff- und schwefelhaltigen Substanzen. Es soll hiermit nicht behauptet werden, daß die Nahrung auf die Entstehung von Gasansammlungen überall nicht influire: der größere oder geringere Gehalt der Proteinstoffe an Schwefel, die verschiedene Leichtigkeit, mit welcher sie denselben abgeben, die Art der Lagerung der Kohlehydrate, von welcher die Schnelligkeit ihrer Auflösung abhängt u. s. w., machen dieselbe für die Bildung gasförmiger Producte bald mehr, bald weniger geeignet [1]).

II. Gase im Dünndarm.

Volumprocente

	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Wasserstoff.	Kohlenwasserstoff.	Beobachter.
Hingerichteter						
Nr. 1 . .	24,39	—	20,08	55,53	—	Magendie
Nr. 2 . .	40,00	—	8,85	51,15	—	und
Nr. 3 . .	25,00	—	66,60	8,40	—	Chevreul.
Aeltere Leichen	23,11 bis 57,80	2,00 bis 3,00	57,80 bis 66,80	55,00	Spuren	Chevillot.

Ein Theil der im Dünndarm vorkommenden Luft wird unstreitig mechanisch aus dem Magen mit dem Chymus hineingebracht. Sie tauscht hier mehr und mehr ihren Sauerstoff gegen Kohlensäure aus; der erstere verschwindet daher allmählig ganz. Ein anderer Theil der Dünndarmgase wird an Ort und Stelle gebildet. Die Quellen derselben sind im Wesentlichen dieselben wie im Magen. Die Anomalien der Amylumverdauung, die Umwandlung desselben in Milchsäure und Buttersäure, kommt auch hier wie ferner im ganzen Dickdarm vor und giebt Veranlassung zur Entwicklung von Wasserstoff und Kohlensäure. Eine geringe Menge der letzteren wird auch von der Galle bei ihrem Zusammentritt mit dem sauren Chymus geliefert. Anomale Umsetzungsprocesse von eiweißartigen Stoffen, welche im Magen begannen, setzen sich hier fort.

---

[1]) Die Hülsenfrüchte, deren Legumin leicht einen Theil seines Schwefels abgiebt, deren in festen Zellräumen eingeschlossenen Amylumkörnchen nur langsam sich lösen, werden nicht mit Unrecht blähend genannt.

III. Gase im Dickdarm.

	Volumprocente Kohlen-säure.	Sauer-stoff.	Stick-stoff.	Wasser-stoff.	Kohlenwas-serstoff.	Beobachter.
Blinddarmgas des Hingerichteten Nr. 3	22,50	—	67,50	7,50	12,50	Magendie
Dickdarmgas von Nr. 1	43,50	—	51,03	—	5,47	und
Dickdarmgas von Nr. 2	70,00	—	18,40	11,60		Chevreul.
Mastdarmgas von Nr. 3	42,86	—	45,50	—	11,18	
Dickdarmgase aus älteren Leichen .	23,11 bis 93,00	2,00 bis 3,00	95,20 bis 90,00	Spuren	28,00	Chevillot.

Die Umsetzungsprocesse, welche im Dünndarm zur Gasentwicklung beitrugen, dauern auch im Dickdarm fort. In der Regel eröffnet sich indeß hier noch eine neue Quelle gasförmiger Producte. Es beginnt hier nämlich sehr oft, besonders dann, wenn die Contenta des Dickdarms schon hoch oben alkalisch werden, ein spontanes Zerfallen der stickstoffhaltigen Ingesta, welches sich durch das Auftreten von Kohlenwasserstoff und gegen das Rectum hin von Schwefelwasserstoff ankündigt. Das letztere findet man aus diesem Grunde besonders in den tieferen Regionen, vor allen im Rectum.

Die Flatus, welche aus dem Orificium ani hervortreten, haben im Allgemeinen dieselbe Zusammensetzung wie die Gase des Dickdarms, sie sind außerdem geschwängert mit dem abgedunsteten Riechstoff der Excremente. Marchand fand in zwei Analysen

Volumenprocente Kohlensäure.	Stickstoff.	Wasserstoff.	Kohlenwasserstoff.	Schwefelwasserstoff.
44,5	14,0	25,8	15,5	1,0
36,5	29,0	13,5	22,0	—

Von der Pilzbildung im Verdauungscanal.

Die Entwicklung selbständiger Individuen pflanzlicher oder thierischer Art gehört zu den Erscheinnugen, von welchen die Umsetzungsprocesse im Darmcanal sehr oft begleitet werden. Dieselben können in allen Theilen der Digestionsorgane vorkommen und fehlen nur selten gänzlich. Ihre Bedeutung ist im Allgemeinen eine geringe; sie greifen weder störend, noch fördernd in die digestiven Processe ein, sondern sind harmlose Insassen, welche wachsen und gedeihen, weil sie einen für ihr Fortkommen günstigen Boden finden. Nur in einigen selteneren Fällen sind sie als Zeichen ungewöhnlicher Umsetzungsprocesse von größerem Interesse. Die von uns beobachteten Formen sind folgende:

1) In der weißen, die Zahnwurzeln überziehenden Substanz findet man immer niedere auf der Grenze zwischen Thier- und Pflanzenwelt stehende Gebilde, theils in Form langer, nach Art der Oscillatorien schwingender Fäden (Bühlmann'sche Fasern), theils dagegen in Form von rundlichen, lebhaft sich bewegenden Körpern (Vibrionen). Die fadigen Gebilde kommen zuweilen auch in großer Menge im grauen Zungenbeleg vor; im Magen wurden sie von mir nur einmal und zwar bei einem Huhn gesehen [1]).

2) Die Hefepilze. Torula cerevisiae. Sie sind sehr häufig im Magen und Darmcanal nachweislich; meistens kommen sie nur spärlich vor, mitunter aber in ansehnlicher Menge. Sie werden oft von außen mit den Nahrungsmitteln eingeführt, so namentlich mit unvollständig gegohrenen Getränken rc. [2]), in anderen Fällen entwickeln sie sich dagegen an Ort und Stelle. In der Regel sind sie ohne alle Bedeutung. Es giebt jedoch hiervon Ausnahmen, nämlich Fälle, wo wahre Gährung im Magen vorkommt, welche mit der Bildung von Essigsäure endet (vergl. Abnormitäten der Amylumverdauung). Hier werden schäumige Massen ausgeworfen, welche enorme Quantitäten von Hefepilzen enthalten und auch außerhalb des Magens zu gähren fortfahren.

3) Fadenpilze. Diese Form ist im Ganzen seltener; sie kommt weniger im Magen als im Dickdarm, namentlich im unteren Theil desselben vor. Die fadigen von Sporenzellen begleiteten Gebilde sind hier, wie fast überall wo sie erscheinen, Vorboten und Begleiter der freiwilligen Zersetzung, welche im unteren Theil des Jetestinaltractus nicht selten ihren Anfang nimmt. Fig. 15, Fadenpilze und Spuren derselben aus dem menschlichen Rectum.

4) Frustularien. Ovale oder lang gestreckte Zellen von meistens $^1/_{150}$''' Länge, welche in ihrem Innern in der Regel drei blasse Kugeln tragen, Fig. 14. Sie liegen theils einzeln, theils fadenförmig aufgereiht. Man begegnet diesen Gebilden fast immer in den Magencontentis von Kaninchen, beim Menschen kommen sie seltener vor, jedoch sieht man sie auch hier zuweilen im Dickdarm.

5) Sarcina ventriculi, eine dem Gebiete der Algen angehörige Pflanzenform, welche in neuerer Zeit sich einer gewissen Celebrität zu erfreuen hatte. Goodsir fand sie zuerst in ausgebrochenen Flüssigkeiten [3]), später wurde sie von Schloßberger, Virchow, Hasse und Kölliker, sowie von mir [4]) genauer verfolgt und im Verlaufe des ganzen Intestinaltractus nachgewiesen. Die Grundform der Sarcine ist eine quadratische, in vier regel-

---

[1]) Klencke (Untersuchungen über die Verderbniß der Zähne. Gekrönte Preisschrift im zweiten Bande der Denkschriften des deutschen Vereins für Heilwissenschaft) beschreibt, als Ursache einer Form der Zahnkaries einen besonderen Pilz, den Protococcus dentalis. Dieser besteht, nach Klencke, aus rundlichen $^1/_{150}$ bis $^1/_{120}$''' große Zellen, welche in Form einer regelmäßigen Schichte die Zähne überzieht. Sie sind anfangs wasserhell, später färbt sich ihr Inhalt gelblich oder bräunlich. Die Pilze vermehren sich durch endogene Zeugung und dringen allmählig zerstörend in die Schmelzschichte der Zähne ein. Erdl und Ficinus machten analoge Beobachtungen.

[2]) Böhm fand sie in den Ausleerungen von Cholerakranken, welche Weißbier genossen hatten.

[3]) Edinburgh medical and surgic. Journ. 1842. Vol. 57. p. 430. Die Pflanze wurde indeß schon 1829 von Meyen (Nova Acta Acad. C. L. T. XIX. P. II. 1777 und Neues System der Pflanzen, VI. 440) als Merismopedia punctata beschrieben. später von Ehrenberg (Infusorien p. 58. Taf. III. Fig. 3) als Gonium tranq. u. glauc. den Infusorien zugezählt. Sie gehört, nach Naegeli's System der Algen, zu den Palmellaceen (Mettenius).

[4]) Haeser's Archiv, Bd. X. Heft 2.

mäßige Felder getheilte Zelle. Diese Zellen liegen theils einzeln, theils 2, 4, 8, 16 ꝛc. vereinigt. Ihre Farbe ist anfangs blaß, ältere Individuen nehmen meistens ein bräunliches Colorit an. Ihre Entwicklungs-Geschichte ist folgende[1]: Zunächst beobachtet man runde Zellen von $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{300}'''$, welche keinen deutlichen Kern tragen und meistens isolirt, seltener zu zweien vereinigt liegen. Diese erscheinen anfangs vollkommen durchsichtig und farblos, sodann bildet sich in ihrer Mitte eine seichte, als dunkle Linie wahrnehmbare Einschnürung, welche allmählig von einer andern rechtwinkelig durchsetzt wird. Diese kreuzförmige Linie beginnt immer in der Mitte und schreitet von hier aus gegen die Peripherie weiter, wobei sie deutlicher und tiefer wird, bis endlich die ursprünglich einfache Zelle in vier gleiche Theile abgeschnürt ist. Das so entstandene Sarcineindividuum übertrifft die ursprüngliche Mutterzelle wenig an Größe, ihre einzelnen Felder maßen $\frac{1}{700}$ bis $\frac{1}{500}'''$, sie wachsen allmählig bis zu $\frac{1}{300}'''$, und darüber. Jedes einzelne Feld zerfällt sodann durch weitere Theilung in vier neue, welche später in derselben Weise sich theilen. Es entstehen auf diesem Wege die zusammengesetzten Formen, welche man gewöhnlich findet. (Vergl. Fig 16, wo die Sarcine und ihre Entwicklungsstadien gezeichnet ist.)

Man hat dieser Alge einen wesentlichen Einfluß auf die Magenverdauung zugeschrieben, Goodsir und Bell richteten auf sie ihren Heilplan, Hasse nahm an, daß sie als die Ursache einer eigenthümlichen Form von Dyspepsie betrachtet werden müsse. Diese Ansicht ist irrthümlich. Die Sarcine greift weder fördernd noch störend in die digestiven Processe ein, sie ist eine schuldlose Bewohnerin des Magens und kein Object eines therapeutischen Feldzuges. Ich habe sie in zahlreichen Leichen gefunden, welche während des Lebens kein Zeichen gestörter Verdauung hatten wahrnehmen lassen. Die Hunde mit Magenfisteln, deren Digestion auf das Genaueste überwacht wurde, verdauten nach dem Erscheinen der Sarcinen ganz in derselben Weise und mit derselben Energie, wie vorher. Ueberdies ist keins von den Symptomen, welche man ihnen Schuld gegeben hat, als durch sie veranlaßt nachgewiesen worden.*)

F. Th. Frerichs.

---

[1]) Ich konnte den Vorgang der Entwicklung am deutlichsten bei einem Hunde mit Magenfistel beobachten, bei welchem sich, während er zu Verdauungsversuchen benutzt wurde, die Sarcine einstellte.

*) Auf den besonderen Wunsch des Herrn Verfassers füge ich bei, daß die vorliegende ausführliche Arbeit über die Verdauung (welcher Artikel ursprünglich von Herrn Prof. J. Vogel übernommen worden war, dessen Uebergang in einen andern Berufskreis die Ausführung aber unmöglich machte) auf meine Bitte schon vor fast zwei Jahren begonnen wurde. Während der Vorarbeiten erschienen mehrere Untersuchungen im In- und Auslande, welche vom Verf. geeigneten Orts berücksichtigt worden sind. Ohne der neueren Arbeiten in Frankreich über den pankreatischen Saft zu gedenken, worüber der Verf. zu abweichenden Resultaten gelangt ist, verdient es bemerkt zu werden, daß der Verf. in seinen Untersuchungen über den Speichel schon vor 1½ Jahren ähnliche Ergebnisse erhielt, wie die indeß publicirte vortreffliche Dorpater Dissertation von Jacubowitsch de saliva, unter Bidder's und Schmidt's Mitwirkung, was natürlich der Priorität dieser letztern Abhandlung nicht zu nahe treten kann. Die Mittel des hiesigen physiologischen Instituts waren dem Verf. in größter Ausdehnung von dem Herausgeber zur Disposition gestellt. Nahe an 200 Thiere sind für die entsprechenden Versuche geopfert worden. Die größere Ausdehnung des Artikels rechtfertigt sich durch den Umfang der Aufgabe, indem alle diejenigen Materien, wie z. B. Speichel, Magensaft, Bauchspeichel ꝛc., welche sonst besondere Artikel erhalten haben würden, hier mit abgehandelt wurden, andere früher abgehandelte, wie z. B. Galle, bei dem fortgeschrit-

...unde der Wissenschaft ebenfalls neu berücksichtigt werden mußten. Ich zweif... ...die ganze Abhandlung, wegen ihres reichen Inhalts und ihrer überaus klar... ...stellung, jedem Leser dasselbe Vergnügen machen wird, wie dem Herausgeber. Da... der Verf. sich eigentlich als Patholog ausdrücklich erklärt und betrachtet wissen wi... mag hier nur deßhalb erwähnt werden, um als Zeugniß der vielseitigen Bildung d... Verfassers zu dienen, dessen hier niedergelegte pathologische Erfahrungen, zugleich m... den ausgezeichneten chemischen Kenntnissen, dem Artikel einen um so größeren Wer... verleihen. Es liegt hier die monographische Bearbeitung eines der zusammengesetzte... physiologischen Prozesse vor, wie dieselbe, seit Tiedemann's und Gmelin's klas... schem Werke, nicht mehr versucht worden ist. Der große Werth derselben für d... Diätetik, für die gesammte praktische Arzneiwissenschaft, wird gewiß allgemein von d... Fachgenossen dankbar anerkannt werden.

Anm. d. Herausgebers.


3 2044 051 125 474

